Studie zur Konzeption eines Programms für die Steigerung der Materialeffizienz in mittelständischen Unternehmen

Abschlussbericht

Erstellt durch:

Arthur D. Little GmbH,

Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung
Fh-ISI,

Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie

AutorInnen der Studie:

Arthur D. Little:

Ralf Baron, Dr. Klaus Alberti, Jochen Gerber

Fh-ISI:

Prof. Dr.-Ing. E. Jochem (Projektleitung), Dr.-Ing. H. Bradke, Dr. C. Dreher, Dipl.Wirtsch.Ing. V. Ott

Wuppertal Institut:

Dr. K. Kristof (Projektleitung), Dr. C. Liedtke (Projektleitung), J. Acosta, Prof. Dr. R. Bleischwitz, Dr. S. Bringezu, T. Busch. M. Kuhnt, T. Lemken, M. Ritthoff, J. Rosnow, N. Supersberger, A. Villar

Inhaltsverzeichnis

1 Executive Summary 1

1.1 Zielsetzung der Studie zum Impulsprogramm Materialeffizienz 1

1.2 Potenzialanalyse 3

1.2.1 Materialeinsparpotenziale 5

1.2.2 Fokussierung von Fördermaßnahmen: Auswahl von Branchen und Querschnittstechnologien für die Startphase eines Förderprogramms 6

1.3 Programmanalyse 7

1.4 Maßnahmenempfehlung 10

1.4.1 Programmausrichtung und -ziele 10

1.4.2 Programm und Förderinstrumente 11

1.4.3 Förderansatz im Programm 12

1.4.4 Akteure für die Diffusionsstrategie 16

1.4.5 Institution zum Umsetzung des Impulsprogramms 17

1.4.6 Notwendige Fördermittel 19

1.4.7 Tabellarische Darstellung der Optionen für das Impulsprogramm 21

2 Problemstellung und Ausgangslage 22

3 Zielsetzung der Studie 23

4 Methodisches Vorgehen 24

4.1 Potenzial-Landkarte - Erkundung der Potenziale und Hemmnisse der Materialeffizienz nach Branchen und Technologien 24

4.2 Programm-Landkarte - Erkundung erfolgreicher Programme der Materialeffizienz im internationalen und nationalen Raum 26

5 Potenziale der Materialeffizienz 28

5.1 Branchenauswahl und Auswahl der Querschnittstechniken 28

5.1.1 Vorbemerkungen und Vorauswahl der Branchen anhand des Indikators "globaler Materialaufwand" 28

5.1.2 Auswahl der untersuchten Branchen und Querschnitt-technologien....30
5.1.3 Auswahl der Querschnittstechnologien und -methoden der Materialeffizienz....32
5.2 Ergebnisse in einzelnen Branchen....32
5.2.1 Herstellung von Metallerzeugnissen....32
5.2.2 Herstellung von Kunststoffwaren....33
5.2.3 Herstellung von Geräten der Elektrizitätserzeugung, -verteilung....34
5.2.4 Chemische Industrie....36
5.2.5 Verlags-, Druckgewerbe, Vervielfältigungen....37
5.2.6 Be- und Verarbeitung von Holz....38
5.2.7 Medizin-, Mess-, Steuer-, Regelungstechnik und Optik (MMSRO)....39
5.2.8 Baugewerbe: Hochbau und Ausbaugewerbe....40
5.2.9 Herstellung von Waren aus Papier und Karton....42
5.3 Ergebnisse aus den Querschnittstechnologien....43
5.3.1 Opto-elektronische Produktionsoptimierung....43
5.3.2 Oberflächenbehandlung mit Lackschichten....44
5.3.3 Altölwiederverwertung durch Refining....45
5.3.4 Wassereinsparung und -sekundärnutzung bzw. -kreislaufführung....46
5.3.5 Tribologische Neuerungen (Lebenszeitverlängerung und Vermeidung von Betriebsunterbrechungen)....47
5.3.6 Lebensdauerverlängerung und leichteres Produktdesign durch Anwendung von Optimierungslösungen der Natur....48
5.3.7 Werkstoffsubstitution....49
5.3.8 Produktgestaltung und Ressourcenmanagement....51
5.4 Zusammenfassende Ergebnisse....54
5.4.1 Zusammenfassung der Branchen- und Querschnittstechnologie-Potenziale....54
5.4.2 Erste Hochschätzung der Materialeffizienzpotenziale auf das gesamte Verarbeitende Gewerbe....57
5.4.3 Auswahl von Branchen und Querschnittstechnologien für die Startphase des Impulsprogramms Materialeffizienz....58
5.4.4 Zusammenfassung der Hemmnisse und der fördernden Faktoren....61
5.4.5 Schlussfolgerungen zur Analyse der Potenziale....63

6 Programmlandkarte und Designvorschlag für das Impulsprogramm Materialeffizienz....66

6.1 Kurzvorstellung der Case Studies der Programm- und der Akteurslandkarte 66
6.1.1 Programmlandkarte 66
6.1.2 Schlussfolgerungen aus der Programm- und Akteurslandkarte 70
6.1.3 Akteurslandkarte 71
6.1.4 Hauptherausforderungen für das Impulsprogramm Materialeffizienz und seine spezifischen Antworten darauf 71
6.2 Grundkonzeption des Impulsprogramms Materialeffizienz 72
6.2.1 Ziele und Grundidee 72
6.2.2 Zielgruppen 73
6.2.3 Hauptsäulen des Impulsprogramms Materialeffizienz und ihre Funktion 73
6.2.4 Arbeitsteilung zwischen Vorbereitungsphase 2005 und Programmphase 2006 / 2007 75
6.3 Programmphase 2006 / 2007 75
6.3.1 Förderprogramm Materialeffizienz 75
6.3.2 Institution zur Umsetzung des Impulsprogramms 80
6.3.3 Regionale Beratungs- und Umsetzungsstrukturen und Beratungspool 91
6.3.4 Materialeffizienzpreis 92
6.3.5 Kontinuierliche Evaluation des Impulsprogramms Materialeffizienz 93
6.4 Vorbereitungsphase 2005 94
6.4.1 Entwicklung der Informationsmaterialien 94
6.4.2 Entwicklung zielgruppenspezifischer Schulungsmaterialien 95
6.4.3 Entwicklung eines Förderprogrammrecherchetools und weiterer Tools 95
6.4.4 Institutionalisierung der Institution zur Umsetzung des Impulsprogramms, des Beratungspools und des Materialeffizienznetzwerks 96
6.4.5 Zielgruppenspezifisches Werbe- und Motivationsprogramm 96
6.5 Zusammenfassender tabellarischer Überblick über Aufgaben des und die Mittelverwendung im Impulsprogramm Materialeffizienz 96
6.6 Ausblick: Optionen zur Weiterentwicklung ab 2008 98

Literaturhinweise **100**

Anhang **102**

A Potenziallandkarte (siehe separates Dokument) 102

B Programmlandkarte (siehe separates Dokument) 102

Tabellenverzeichnis

Tabelle 4-1: Schema der beiden Potenzialtypen "realisierbar ohne Maßnahmen" und "politik-induziertes Potenzial" 25

Tabelle 5-1: Globaler Gesamtmaterialaufwand der deutschen Industrie und seine Veränderung zwischen 1991 und 2000 29

Tabelle 5-2: Ausgewählte Branchen anhand des absoluten Materialeinsatzes für Unternehmen der betroffenen Branchen bis 250 bzw. 500 Beschäftigte 31

Tabelle 5-3: Merkmale der ausgewählten Methoden zur Identifikation von Möglichkeiten verbesserter Materialnutzung in Betrieben 51

Tabelle 5-4: Ansätze der Design-to-Cost Methode 52

Tabelle 5-5: Verfahren der Zero Loss Methode 53

Tabelle 5-6: Matrix der Materialeffizienzpotenziale für die untersuchten Branchen und Querschnittstechnologien 56

Tabelle 5-7: Auswahl der Branchen für das Materialeffizienzprogramm der Bundesregierung 60

Tabelle 6-1: Case Studies der Programmlandkarte im Überblick 66

Tabelle 6-2: Überblick über die in den Case Studies identifizierten Ansätze entlang der für das Impulsprogramm Materialeffizienz vorgeschlagenen Struktur 69

Tabelle 6-3: Förderansatz des Förderprogramms Materialeffizienz im Bereich der direkten KMU-Förderung 76

Tabelle 6-4: Überblick über wichtige zum Impulsprogramm Materialeffizienz korrespondierende Forschungs- und KMU-Förderprogramm 84

Tabelle 6-5: Wichtige branchenübergreifende Bildungsanbieter, die im KMU-Bereich etabliert sind und bei denen Anknüpfungspunkte zu Materialeffizienzfragen bestehen 88

Tabelle 6-6: Akteure mit gutem Zugang zu KMU, aber ohne spezifische zielgruppenorientierte Materialeffizienzaktivitäten 90

Tabelle 6-7: Aus den Case Studies beispielhaft ausgewählte wichtige Materialeffizienzak-teure auf Länder- und regionaler Ebene 92

Tabelle 6-8: Tabellarische Darstellung der Förderaufgaben 97

Tabelle 6-9: Vorschlag für die Verteilung der Fördermittel 98

1 Executive Summary

1.1 Zielsetzung der Studie zum Impulsprogramm Materialeffizienz

Materialeffizienz als Kostenblock

Effizienzanalysen und Optimierungsansätze in Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes konzentrieren sich in der Regel auf einen Kostenfaktor: die Personalkosten. In der Senkung der Personalkosten bzw. in der Erhöhung der Arbeitsproduktivität wird im Management vieler Unternehmen der entscheidende Wettbewerbsfaktor gesehen. Auch in der öffentlichen und veröffentlichten Meinung nimmt die Diskussion um Personalkosten die dominante Stellung ein.

Die Bruttoproduktionskosten im Verarbeitenden Gewerbe enthalten jedoch neben den Personalkosten die Kostenblöcke Material und Energie, Abschreibungen und Mieten sowie sonstige Kosten. Etwa 25 % der Kosten sind im Durchschnitt Personalkosten. Der größte Kostenfaktor im Verarbeitenden Gewerbe ist jedoch der Kostenblock Material mit durchschnittlich 40 % der Bruttoproduktionskosten.

Erfahrungen aus zahlreichen Projekten von Unternehmensberatungen, aber auch aus Forschungsprojekten zeigen, dass im Kostenblock Materialkosten erhebliche Effizienz- und Effektivitätssteigerungsmöglichkeiten realisiert werden können. Ansatzpunkte für Steigerung der Materialeffizienz sind:

- Minderung von Material- und Ressourcenverlusten durch Verbesserung bzw. Vergleichmäßigung der Qualität (Verminderung von Ausschuss),
- Optimierung der Produktionsprozesse, z.B. durch die Reduzierung von Verschnitt,
- Optimierung der Konstruktion, ressourcenschonendes Produktdesign (z. B. Leichtbau, leichtere Produkte),
- verstärktes Werkstoffrecycling,
- bessere Auslastung von Geräten, Anlagen und Spezialmaschinen sowie
- wertschöpfungskettenübergreifende Optimierungen.

Optimierungsmaßnahmen in diesen Bereichen ermöglichen Kosteneinsparungen, die zum Teil im zweistelligen Prozentbereich der Gesamtkosten liegen.

Der effizientere Einsatz von Material kann nicht nur für den einzelnen Betrieb die Wettbewerbsfähigkeit steigern. Auch gesamtwirtschaftlich kann sich der effizientere Materialeinsatz positiv auswirken: der effiziente Umgang mit Material erhöht die Wettbewerbsfähigkeit der betroffenen Branchen, entlastet die Umwelt und vermeidet damit Kosten für die Allgemeinheit. Materialeffizienz führt auch zu mehr Beschäftigung, denn Wettbewerbsvorteile ermöglichen eine höhere Auslastung der Betriebe, und importierte Rohstoffe oder Halbfertigfabrikate werden durch meist inländisch produzierte Effizienz substituiert.

Typische Hemmnisse bei der Realisierung von Materialeffizienz

Warum bleibt der Stellenwert des Themas Materialeffizienz in der betrieblichen und in der öffentlichen Diskussion trotzdem hinter seinem effektiven Potenzial zurück? Welche Hemmnisse gibt es für die volle Ausschöpfung der betriebswirtschaftlichen und gesamtwirtschaftlichen Vorteile der effizienteren Verwendung von Material. Dazu gibt es eine Reihe von Beobachtungen:

- Das Kostensenkungspotenzial durch Materialeffizienz ist für den einzelnen Betrieb nicht hinreichend geklärt und belegt, insbesondere nicht bei KMU.
- Das Wissen um Effizienzsteigerungspotenziale diffundiert nicht hinreichend schnell in die mittelständische Wirtschaft. Es wird auch von keiner Akteursgruppe thematisiert.
- Unternehmen scheuen das Risiko, mit einem laufenden Produktionsprozess zu "experimentieren" und neue, materialsparende Verfahren einzusetzen.
- Im Gegensatz zu anderen Effizienzsteigerungshebeln gibt es derzeit für das Thema Materialeffizienz nur wenige explizite externe Anreize – etwa in Form von Fördermaßnahmen.
- Materialeffizienzgewinne entstehen oftmals nicht nur im einzelnen Betrieb, sondern wertschöpfungskettenübergreifend. Die nötige Kooperation zur Steigerung der Materialeffizienz kommt nicht in Gang, der Produzent hat rigiden Vorgaben seines Kunden oder überholter technischer Normen zu entsprechen.
- Das technisch komplexe Thema Materialeffizienz lässt sich weniger spektakulär in der Öffentlichkeit darstellen als der "Klassiker" Personalkosten.

Fragestellungen der Untersuchung

Im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit hat sich ein Team aus Arthur D. Little, das Fraunhofer Institut-ISI und das Wuppertal Institut mit den Potenzialen, Chancen, Hemmnissen und Realisierungsmöglichkeiten der Materialeffizienz für die mittelständische Wirtschaft auseinandergesetzt. Das Erkenntnisinteresse des Ministeriums zielte unter anderem auf die Frage, ob Materialeffizienz in der mittelständischen Wirtschaft durch ein Förderprogramm positiv beeinflusst werden kann. Kernpunkte der Studie, die zwischen Oktober 2004 und März 2005 durchgeführt wurde, sind folgende Fragestellungen:

- **Potenzialanalyse:** Welches Potenzial birgt das Thema Materialeffizienz? Welche Effekte könnten von einer Ausnutzung der Materialeffizienzpotenziale für die mittelständische Wirtschaft ausgehen?
- **Programmanalyse:** Gibt es Ansätze zur Förderung der Materialeffizienz im In- und Ausland? Welche Erfahrungen wurden mit diesen Ansätzen gewonnen?
- **Maßnahmenempfehlung:** Wie könnte ein *Impulsprogramm Materialeffizienz* für die mittelständische Wirtschaft gestaltet werden?

Mit dem Versuch, mehr Aufmerksamkeit auf das Thema Materialeffizienz zu lenken soll letztlich versucht werden, im Sinne einer nachhaltigen Wirtschaftsförderung die strukturellen Stärken der deutschen Wirtschaft – Know-how, Qualifikation und Technologie –

gezielter einzusetzen und weiter zu entwickeln. Nachteile einer hohen Rohstoff- und Energieabhängigkeit sowie hoher Lohnstückkosten sollen so kompensiert werden.

Definitionen: Materialeffizienz in der mittelständischen Wirtschaft

Unter Materialeffizienz wird im Rahmen dieser Studie verstanden, durch einzelbetriebliche Maßnahmen den Materialverbrauch (und damit seinen Anteil an den Produktionskosten) rentabel und auf Dauer zu reduzieren, insbesondere in der mittelständischen Wirtschaft.

Kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) sind hier definiert als Unternehmen ab 20 mit bis zu 250 bzw. bis zu 500 Beschäftigten. Im Folgenden werden die Ergebnisse dieser Studie zusammenfassend präsentiert.

1.2 Potenzialanalyse

Im Rahmen der Potenzialanalyse waren die Branchen und Technologien zu bestimmen, die mengenmäßig ein großes Potenzial zur Steigerung der Materialeffizienz haben und bei denen die größten wirtschaftlichen Erfolgsaussichten bei der Umsetzung der Potenziale bestehen.

Methodik und Vorgehensweise

Die Herstellung und Nutzung von Gütern der mittelständischen Industrie wurde zunächst nach Branchen und Teilbranchen segmentiert, bei denen man auf Basis bestehender Fallstudien von einem signifikanten Potenzial für Materialeffizienz ausgehen kann. Unter Nutzung von Produktionskostenstatistiken und vorliegender Materialeffizienzstudien wurden neun prioritäre Branchen und Sektoren bestimmt. Zusätzlich wurden exemplarisch für wichtige Anwendungen Materialeffizienzpotenziale für Querschnittstechnologien (z.B. opto-elektronische Verfahren, Oberflächenbeschichtung) und methodische Vorgehensweisen (z. B. Integriertes Produktdesign, Design-to-Cost, Zero Loss-Management, Prozesskettenanalyse) ermittelt.

Der Aspekt der Umsetzung rentabler Potenziale der Material- und Werkstoffeffizienz wurde über die Ermittlung von Hemmnissen und Chancen thematisiert. Die Potenzialanalyse basiert zum einen auf Angaben des Statistischen Bundesamtes, auf Branchenreports und Technologieberichten sowie zum anderen auf persönlichen Interviews mit ausgewählten Branchenexperten.

Grobauswahl von Branchen und Teilbranchen mit signifikantem Potenzial für Materialeffizienz

Die Branchenauswahl erfolgte zunächst unter dem Aspekt der Mengenströme, gemessen am globalen Gesamtmaterialaufwand und ohne Berücksichtigung der Betroffenheit von KMU. Branchen wurden als prioritär klassifiziert, bei denen der Anteil des Materialeinsatzes am Bruttoproduktionswert gemäß der Kostenstrukturstatistik des verarbeitenden Gewerbes besonders hoch ist.

Rohstoffnahe Branchen (z.B. Stahl- und NE-Metallerzeugung, Grundstoffchemie) operieren typischerweise in international tätigen Großunternehmen; man achtet dort mehr auf Materialeffizienz als Kerngeschäft; sie wurden von den Analysen ausgeschlossen.

Ausgeschlossen wurden ferner Fahrzeug- und Nahrungsmittelindustrie, da auch diese Unternehmen typischerweise als Großunternehmen im internationalen Kontext operieren oder anderen speziellen Produktionsanforderungen unterliegen (z.B. Hygienevorschriften). Nach dieser Auswahl verbleiben neun der wichtigsten Branchen.

Übersicht 1: Für die Analyse ausgewählte Branchen und ihr Materialeinsatz in Betrieben zwischen 20 und 500 Beschäftigten

Nr.	Branche	Materialeinsatz in Mrd. € (2002)
1	Herstellung von Metallerzeugnissen	18,6
2	Herstellung von Kunststoffwaren	10,8
3	Herstellung von Geräten der Elektrizitätserzeugung, -verteilung u. ä.	10,2
4	Chemische Industrie (ohne Grundstoffindustrie)	11,1
5	Verlags-, Druckgewerbe, Vervielfältigungen	7,3
6	Be- und Verarbeitung von Holz	5,5
7	Medizin-, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Optik	5,5
8	Baugewerbe: Hochbau und Ausbaugewerbe	11,1
9	Herstellung von Waren aus Papier und Karton	4,0

Der Materialeinsatz in den neun ausgewählten Branchen liegt im Bereich der Unternehmensgrößen von 20 bis 500 Beschäftigten je nach Branche zwischen ca. 4 und knapp 19 Mrd. Euro pro Jahr (vgl. Übersicht 1). Die Gesamtmaterialkosten der Unternehmen in den neun Branchen beliefen sich in 2002 auf rund 86 Mrd. Euro, dies entspricht rund 15 % des gesamten Materialaufwandes der deutschen Industrie. Wegen der Rohstoffpreissteigerungen in 2004 hat sich dieser Anteil noch erhöht.

Querschnittstechnologien mit hoher Bedeutung für Materialeffizienz

Als Querschnittstechnologien werden hier Techniken der Materialeffizienz und -Substitution verstanden, die in mehreren Branchen in vergleichbarer Form anwendbar sind, aber nicht notwendigerweise in allen Branchen. Als besonders potenzialträchtig haben die AutorInnen folgende Querschnittstechnologien identifiziert:

- Opto-elektronische Verfahren zur Produktionsoptimierung,
- Oberflächenbehandlung,
- Altölwiederverwertung durch Refining,
- Wassereinsparung und -sekundärnutzung bzw. –kreislaufführung,
- Tribologische Neuerungen (Lebenszeitverlängerung und Vermeidung von Betriebsunterbrechungen),
- Lebensdauerverlängerung und materialeffizienteres Produktdesign,
- Werkstoffsubstitution sowie

- Produktgestaltung und Ressourcenmanagement wie z.B. Prozesskettenanalyse, Design-to-Cost und Zero Loss-Management.

1.2.1 Materialeinsparpotenziale

Materialeinspar- und -effizienzpotenziale für die nächsten 7 bis 10 Jahre wurden in einem zweistufigen Verfahren ermittelt:

- **Trendfall:** Damit sind Potenziale beschrieben, die durch die normalerweise zu erwartende Fortschrittdynamik durch Lernen und Re-Investitionen erreicht werden.

  Das Potenzial für diese Maßnahmen " im technologischen Selbstlauf" wird auf etwa 6,4 Mrd. EUR/a für die neun Branchen geschätzt (gut 7 %).

- **Zusätzlich induzierte Potenziale:** Damit sind Potenziale beschrieben, die durch zusätzliche Maßnahmen induziert werden könnten. Dazu gehören beispielsweise die durch ein politisches Förderprogramm oder die durch die Selbstorganisation in der Wirtschaft ausgelösten Investitionen und organisatorischen Maßnahmen.

  Das Potenzial für diese Maßnahmen wird auf fast 7 Mrd. Euro geschätzt. Das sind rund 8 % des bilanzierten Materialaufwandes der ausgewählten Branchen.

Insgesamt geht die Analyse für den Zeitraum der nächsten 7-10 Jahre für die neun analysierten Branchen von Einsparpotenzialen durch eine Steigerung der Materialeffizienz in Höhe von rund 13 Mrd. Euro aus. Die größten Materialeffizienzpotenziale erreichen auch die jeweils größten Branchen mit hohen Anteilen kleiner und mittlerer Unternehmen (vgl. Übersicht 2):

Übersicht 2: Materialeinsatz 2002 und -einsparpotenziale der nächsten 7 bis 10 Jahre der vier größten untersuchten Branchen

Branchenauswahl	**Materialeinsatz in Mrd. €**	**Materialeinspar-potenzial in Mrd. €**
Herstellung von Metallerzeugnissen	18,6	0,8 - 1,5
Herstellung von Anlagen zur Elektrizitätserzeugung, -verteilung u.ä.	10,2	1,5 - 3,0
Chemische Industrie (ohne Grundstoffindustrie)	11,1	1,8 - 3,4
Herstellung von Kunststoffwaren	10,8	1,0 - 2,0

Der bei Materialeffizienzverbesserungen ebenfalls auftretende *begleitende Nutzen* wurde nicht bewertet. Hierbei handelt es sich beispielsweise um eine höhere Kapital- und Arbeitsproduktivität der eingesetzten Anlagen und Maschinen infolge verbesserten Produktionsausstoßes nach Menge und Qualität, um verminderte Transportkosten, um reduzierte Energiekosten etc. Diese begleitenden positiven "Nebeneffekte" können erheblich sein und eine ähnliche Größenordnung wie die vermiedenen Materialkosten erreichen.

1.2.2 Fokussierung von Fördermaßnahmen: Auswahl von Branchen und Querschnittstechnologien für die Startphase eines Förderprogramms

Fördermaßnahmen sollten sich auf diejenigen Branchen konzentrieren, bei denen die angestrebte Wirkung mit besonders hoher Treffsicherheit zu erwarten ist. Die Eintrittswahrscheinlichkeit wird nach vorliegenden Erkenntnissen erhöht, wenn neben den genannten strukturellen Aspekten folgende zusätzliche Bedingungen gegeben sind:

- **Technologische Homogenität:** Eine neue Technologie, ein neues Verfahren breitet sich umso schneller aus, je homogener die ausgesuchte Branche produziert.
- **Wachstumsaussichten:** Positive Effizienzeffekte treten um so eher auf, je besser die Wachstumsperspektiven und damit Neuinvestitionen für eine Branche sind.
- **Fehlen wesentlicher Hemmnisse:** Die Analyse der typischen Hemmnisse für die effektive Verbreitung von Materialeffizienz führte zu vier Hauptfaktoren:
  - Informationsdefizite bezüglich Rentabilität, Einsetzbarkeit und Risiken,
  - Mangel an qualifiziertem Personal (Planung, Projektleitung und Durchführung),
  - fehlende Finanzmittel für Investitionen, insbesondere bei KMU sowie
  - fehlende technisch-organisatorische Lösungen.

Es gibt weitere Hemmnisse, die branchenspezifisch oder technologiespezifisch sind, z.B. überzogene Spezifikationsvorgaben für Vorlieferanten oder überholte technische Normen. Unter den Aspekten der technologischen Homogenität, der Wachstumsaussichten und einer allgemeinen Würdigung der Überwindbarkeit vorliegender Hemmnisse empfehlen die AutorInnen, in der Startphase des Programms vier Branchen prioritär zu bearbeiten (vgl. Tabelle 2).

1.3 Programmanalyse

Im Rahmen der Programmanalyse war zu untersuchen, ob bzw. wie das Thema Materialeffizienz in bestehenden Förderprogrammen adressiert wird. Leitende Fragestellungen waren Programmbreite (welche Programme adressieren das Thema Materialeffizienz in welcher Form?) sowie mögliche Referenz- und Anknüpfungspunkte (was könnte für ein zu entwickelndes Impulsprogramm Materialeffizienz aus den bestehenden Programmen gelernt werden?).

Analysiert wurden Ansätze auf internationaler Ebene in Europa, den USA und Japan genauso wie die Aktivitäten auf Bundesebene, in den Bundesländern und den Regionen Deutschlands.

Methodik und Vorgehensweise

Alle Programme, für die eine explizite oder implizite Nähe zum Thema Materialeffizienz angenommen werden konnte, wurden anhand eines Analyserasters kategorisiert. Analysekategorien waren Zielsetzung, Funktionsweise, Umsetzung und deren Bewertung, Wirkungen auf Umwelt und Wirtschaft, Relevanz für die mittelständische Wirtschaft und vorliegende Verbesserungsvorschläge.

Die in den Programmen verwandten Instrumente wurden eingeteilt in acht Kategorien:

Kategorien von Förderinstrumenten
Fiskalpolitische Instrumente
Regulatorische Instrumente
Informationelle Instrumente
Innovations-, Diffusions- und F&E-Politik
Qualifizierungsinstrumente
Institutionelle Instrumente
Ziele, Zielvereinbarungen und Selbstverpflichtungen
Maßnahmenbündel (Mischung aus anderen Kategorien)

In einer Akteurslandkarte wurden die Institutionen und Personen recherchiert, die sich bereits heute im Themenfeld Materialeffizienz engagieren oder als KMU-nahe Akteure in das Impulsprogramm Materialeffizienz eingebunden werden können.

Programmlandkarte

Im Rahmen der Erstellung der Programmlandkarte wurden 26 Programme näher analysiert. Drei der Programme haben dabei einen internationalen Fokus (z.B. das Cleaner Production Programme von UNEP / UNIDO), vier Programme haben einen Europabezug (z.B. die Integrated Product Policy der Europäischen Kommission), 11 Programme stammen aus europäischen Ländern (z.B. ÖKOPROFIT Graz aus Österreich) und 8 Programme wurden in den deutschen Bundesländern identifiziert (z.B. die Effizienz-Agentur in NRW oder die IPP Initiative Bayern).

Die folgende Tabelle zeigt die Ansätze, die in diesen Programmen gewählt wurden:

Ansätze von Förderprogrammen
Initialansprache zur Motivation zur Potentialanalyse
Informationsangebot zu Materialeffizienzpotenzialen und Möglichkeiten ihrer Umsetzung
Bereitstellung von Werkzeugen zur Materialeffizienzsteigerung
Unterstützung bei der Inanspruchnahme von Förderprogrammen
Weiter- und berufliche Fortbildung / Schulungen
Spezifische, zielgruppen- oder technologieorientierte Kampagnen
Networking und Unterstützung der Innovationspolitik
Durchführung von Potentialanalysen und Umsetzungsbegleitung
Bildung lernender Netzwerke in Branchen, Regionen und Dienstleistungsketten
Förderung von Potenzialanalysen und Umsetzungsbegleitung in Unternehmen
Betrieb eines Materialeffizienzpotenzial- und Diffusionsradars
Jährliche Vergabe eines Materialeffizienzpreises

Aus der Programmanalyse ergeben sich die folgenden Erkenntnisse:

- **Materialeffizienz wird zumeist in einem übergeordneten oder fachlich überschneidenden Kontext, beispielsweise Innovationen oder Umwelt und damit nicht explizit gefördert:** Die AutorInnen haben kein Programm identifiziert, dass sich explizit und ausschließlich auf Materialeffizienz bezieht.
- **Die wirtschaftspolitischen Implikationen** (Kostenersparnis, Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit, Arbeitsplatzimplikationen) werden in der bestehenden Förderlandschaft der Materialeffizienz oft nur als Nebenthema angesprochen.
- **Fokussierung auf Agenda-Setting, wesentlich schwächere Ausprägung der finanziellen Förderung von Potenzialanalysen und Umsetzungsbegleitung:** Fast alle Programme stellen die Wichtigkeit von Materialeffizienz heraus, informieren und motivieren. Seltener ist eine Förderung konkreter und implementierungsorientierter Maßnahmen.
- **Schwache Ausprägung der Netzwerkförderung:** Die meisten Programme richten sich an das einzelne Unternehmen. Relativ wenige Programme sprechen Netzwerke an z.B. lernende Netzwerke mit Moderation ("Effizienztische").
- **Maßnahmen-Mix:** Alle Programme bieten einen Mix von Maßnahmen an, um den meist parallel existierenden Hemmnissen angemessen Rechnung zu tragen. Die Zielgruppen werden mit unterschiedlichen Instrumenten und über verschiedene Kanäle angesprochen.

Aus der Evaluation laufender Programme ergeben sich weitere Erkenntnisse, die bei der Konzeptionierung eines Impulsprogramms Materialeffizienz berücksichtigt werden müssen:

- **Effizienzpotenziale müssen profund analysiert werden:** Die betriebliche Analyse der Effizienzpotenziale muss in ausreichender Tiefe durchgeführt werden, um auch zusätzliche Potenziale in entsprechend attraktiver Höhe identifizieren und die Auswirkungen auf die Produktion abschätzen zu können.
- **Materialeffizienzprojekte benötigen eine sorgfältige Umsetzungsbegleitung:** Um die hochwirtschaftlichen Effizienzpotenziale auch tatsächlich zu realisieren, muss die Umsetzung der identifizierten Maßnahmen begleitet werden, denn vor allem bei den KMU bilden beispielsweise fehlende freie Kapazitäten im Alltag und entsprechende Qualifikation oft den entscheidenden Engpass.
- **Vermarktung der wettbewerbsorientierten Effekte von Materialeffizienz:** Zu vermeiden ist eine Vermarktung des Materialeffizienzgedankens als Umweltthema. Die Kostenentlastungspotenziale vermögen Unternehmensleitungen zu überzeugen, die verminderte Umweltbelastung ist dabei meist positiver Zusatznutzen.
- **Variable Honorare für die Beratung:** Ein variabler, an bestimmte Rahmenbedingungen geknüpfter Honorarbetrag für Analyse und Umsetzungsbegleitung erlaubt die beste verfügbare Kompetenz anzuziehen. Mitnahmeeffekte, wie sie bei fixen Honorarbeträgen auftreten können, werden weitgehend vermieden.
- **Bestehende Netzwerke und Akteure einbinden:** Um die Wirksamkeit des Impulsprogramms zu erhöhen, sind die bestehenden Materialeffizienzakteure und Netzwerke einzubinden.
- **Ankopplung an nutzbare Förderstrukturen und Interessenlagen beachten:** Vorhandene Weiter- und Fortbildungsorganisationen, Einzelinitiativen auf Länderebene oder Wirtschaftsplattformen und finanzielle Förderprogramme für KMU sind nützliche unterstützende Elemente.

Die Programmanalyse zeigt insgesamt, dass die Relevanz des Themas Materialeffizienz durchaus zunehmend erkannt wird. Materialeffizienz wird jedoch nicht gezielt, explizit und adäquat gefördert. Die wichtigen, wettbewerbsorientierten betriebs- und volkswirtschaftlichen Chancen werden in der untersuchten Förderlandschaft von Deutschland und Europa nicht hinreichend angesprochen und wahrgenommen.

1.4 Maßnahmenempfehlung

Innovationspolitischer Handlungsbedarf

Derzeit werden erhebliche Potenziale zur Steigerung der Materialeffizienz und zur Kostensenkung in Deutschland verschenkt. Der Umfang beträgt ca. 13 Mrd. EUR/a alleine für die analysierten neun Branchen. Im Ausland wird das Thema Materialeffizienz deutlich engagierter angegangen als in Deutschland. Allerdings werden hier die Umweltaspekte stärker betont statt auf die relevanten Kostensenkungspotenziale und die damit verbundene Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit abzuzielen. Aus der Analyse der deutschen Maßnahmen wird ebenfalls deutlich, dass die Forschungspolitik zur Nachhaltigkeit und die Wirtschafspolitik in der Förderung investiver Maßnahmen (z.B. KfW) tätig ist. Es fehlt allerdings das Ansetzen am zentralen Engpass deutscher KMU, der darin besteht, entsprechende technisch-organisatorische Maßnahmen in Angriff zu nehmen. Es besteht die Notwendigkeit, die Diffusion und eine gezielte Umsetzung anzustoßen. Hierfür sind die technisch-planenden Möglichkeiten der KMU zu erhöhen, Maßnahmen auszuloten und zu bewerten sowie Umsetzungsprojekte zu begleiten.

1.4.1 Programmausrichtung und -ziele

Potenzial- und Branchenorientierung des Programms

Potenziale für Materialeffizienzoptimierungen zeigen sich in allen Branchen und Wirtschaftszweigen. Im Sinne einer kurzfristigen Prioritätensetzung empfehlen die AutorInnen, ein Förderprogramm Materialeffizienz in der Phase 2006 bis 2007 auf jene Branchen zu konzentrieren, die hohe und schnell erschließbare Potentiale aufweisen. Empfohlen werden daher die folgenden Branchen:

- Herstellung von Metallerzeugnissen,
- Herstellung von Kunststoffwaren,
- Herstellung von Geräten der Elektrizitätserzeugung, -verteilung u. ä. sowie die
- Chemische Industrie (ohne Grundstoffindustrie).

Querschnittstechnologie- und Methodenorientierung

Das Programm soll alle Ansatzpunkte zur Verbesserung der Materialeffizienz fördern. Besondere Berücksichtigung sollten jedoch die folgenden Querschnittstechnologien und Methoden finden:

- Opto-elektronische Verfahren zur Produktionsoptimierung,
- Oberflächenbehandlung
- Altölwiederverwertung durch Refining,
- Wassereinsparung und -sekundärnutzung bzw. –kreislaufführung,
- Tribologische Neuerungen,

- Lebensdauerverlängerung und materialeffizienteres Produktdesign,
- Werkstoffsubstitutionen sowie
- Produktgestaltung und Ressourcenmanagement wie z.B. Prozesskettenanalyse, Design-to-Cost, Zero Loss-Management und wertschöpfungsketten-übergreifende Optimierungen.

Das Programm sollte gezielt die erkannten Hemmnisse zur Realisierung von Materialeffizienzvorteilen im Mittelstand ansprechen. Die Grundausrichtung des Programms zielt auf Information, beschleunigter Erfahrungsaustausch, Diffusion und gezielte Förderung der Umsetzung insbesondere in der mittelständischen Wirtschaft. Im Einzelnen sollte das Programm auf folgende Ziele ausgerichtet sein:

- **Bewusstseinsbildung:** Schaffung und Verankerung des Bewusstseins für das Thema Materialeffizienz und dessen Kostenreduktionspotenziale in der Geschäftsführung der Unternehmen, in den Verbänden, der Gesellschaft (Konsumentenentscheidungen) und in der Innovationspolitik.
- **Diffusion neuer Materialeffizienz-Technologien und Know-how Transfer in die Betriebe.**
- **Netzwerkbildung:** Förderung von Erfahrungsaustausch und Netzwerken, in Branchen, ggf. auch regional.
- **Nachweisbarer, auf Dauer angelegter wirtschaftlicher Erfolg** – betrieblich und gesamtwirtschaftlich.

1.4.2 Programm und Förderinstrumente

Gefördert werden sollte in der ersten Phase die betriebliche, branchenorientierte und öffentliche Bewusstseinsbildung für das Thema Materialeffizienz sowie die Beratung von ausgewählten Unternehmen bei potenzialträchtigen Projekten, um die derzeitigen Investitionsprioritäten zu überprüfen. Gleichzeitig soll eine Infrastruktur entstehen, welche die auf Dauer angelegte Verbreitung des Themas Materialeffizienz gewährleistet. Die AutorInnen empfehlen im Einzelnen die folgende Förderstrategie bzw. folgende Förderinstrumente:

- **Materialeffizienzpreis:** Förderung des jährlich vergebenen Materialeffizienzpreises und der damit verbundenen Öffentlichkeitsarbeit.

- **Förderung von Potenzialanalysen, Umsetzungsbegleitung und Netzwerkförderung:** Ab sofort sollte Beratung in den als prioritär ausgewählten Branchen gefördert werden. Fördertatbestände sind

    - betriebliche Potenzialanalysen (Initialberatung),
    - Umsetzungsbegleitung identifizierter investiver und organisatorischer Maßnahmen,
    - Förderung von lernenden Netzwerken zu Verminderung der Such- und Entscheidungskosten,
    - Projektevaluation zur Verbesserung der Fördereffizienz und
    - Projektinformation (Diffusion),

Die Förderhöhe sollte sich am realisierten oder als realisierbar eingeschätzten Materialeffizienz-Erfolg orientieren.

- **Beratungs- und Informationsnetzwerk, Institution zur Umsetzung des Impulsprogramms Materialeffizienz:** Aufbau eines Netzwerkes qualifizierter Berater/-innen und Moderatoren zur Durchführung von Materialeffizienzprojekten in der mittelständischen Wirtschaft. Kristallisationspunkt ist diejenige professionell organisierte Institution, die das Programm begleitet und sukzessive einen Pool von freien Berater/-innen und Moderatoren aufbaut, qualifiziert und vermittelt. Einzubinden sind dabei die bereits aktiven Akteure im Bereich Materialeffizienz in Wirtschaft und angewandter Forschung. Schließlich ist ein Weiter- und Fortbildungsprogramm zu konzipieren und zu initiieren.

- **Programm-Evaluation:** Ein wesentliches Element der Qualitätskontrolle erfolgreicher Fördermaßnahmen ist die qualitativ hochwertige, kontinuierliche Programm- bzw. Projektevaluation. Die Evaluation erlaubt es, auftretende Probleme frühzeitig zu erkennen und abzustellen. Außerdem kann auf den Evaluationsergebnissen die Weiterentwicklung des Programms aufbauen. Gegenstand der Evaluation sollte neben den direkten Effekten in den beteiligten Betrieben und der sich daraus ergebenden Aufwand-/Nutzen-Relation auch eine Abschätzung der Nebeneffekte des Programms auf Arbeitsplätze, Wettbewerbsposition, öffentliche Haushalte und Umwelteffekte sein.

1.4.3 Förderansatz im Programm

Die Ausgestaltung der Förderung bezieht sich auf drei Aspekte: Den Förderansatz, die Unternehmensförderstrategie und die Diffusionsstrategie.

Der Förderansatz bezieht sich auf die Frage, mit welchem *Mechanismus* gefördert werden soll. Zu unterscheiden ist beispielsweise nach direkter Förderung (z.B. Investitionsförderung) oder indirekter Förderung (Förderung von Beratungsleistungen, Weiterbildung etc.).

Die Unternehmensförderstrategie bezieht sich auf die Förderung im einzelnen Unternehmen. Ziel ist die effektive Umsetzung der als rentabel erkannten Maßnahmen.

Die Diffusionsstrategie bezieht sich auf *übergreifende Fragen der Programmgestaltung.* Ziel ist die beschleunigte flächendeckende Ausbreitung der Aktivitäten zur Verbesserung der Materialeffizienz auf die Gesamtwirtschaft.

Im Folgenden werden diese drei Aspekte der Förderung einer beschleunigten Realisierung der Materialeffizienz beschrieben. Dabei werden die wichtigsten Optionen aufgezeigt, über die vor dem Start des Förderprogramms zu entscheiden ist. Gekennzeichnet sind jeweils die Optionen, die aus Sicht der AutorInnen besonders zielführend sind.

Förderansatz

Für den Förderansatz gibt es die Optionen der direkten Förderung (gefördert werden Investitionen in Technologien zur Optimierung der Materialeffizienz; die Förderung kann z.B. als direkter Investitionszuschuss gewährt werden) und der indirekten Förderung (gefördert werden immaterielle Tatbestände, die zu investiven oder organisatorischen Maßnahmen der Materialeffizienz führen; Fördertatbestände sind z.B. Wissensvermittlung / Qualifizierung, Beratung, Informationsdiffusion, Umsetzungsbegleitung).

Empfehlung: Empfohlen wird der Ansatz einer indirekten Förderung. Gefördert werden sollen vor allem die Beratung (Potenzialanalysen, Umsetzungsbegleitung), die Netzwerkbildung und die Informations- und Know-how-Diffusion. Diese Empfehlung wird wie folgt begründet:

- Die in der Studie identifizierten Hemmnisse und Routinen in KMUs zeigen klar, dass die Diffusion von Materialeffizienz-Technologien und Wissen innerhalb der Unternehmen kein Selbstläufer ist und die Blockade in der Vor- und Entscheidungsphase in den Betrieben liegt.

- Zur direkten Investitionsförderung gibt es bereits etablierte Förderprogramme wie z.B. der KfW für die mittelständische Wirtschaft, die zusätzlich in Anspruch genommen werden können.

Unternehmensförderstrategie

Zur Umsetzung der Förderung der Potenzialanalyse und Umsetzungsbegleitung gibt es eine Reihe von Möglichkeiten. Zu unterscheiden sind: Zeitlicher Aspekt der Förderung (in welcher Projektphase wird gefördert?), Umfang der Förderung (Voll- oder Teilförderung) und Fördermittelempfänger (Unternehmen oder Dritte).

Projekte zur Materialeffizienz durchlaufen die Phasen Potenzialabschätzung, Umsetzung und Implementierung sowie Evaluation.

- In der betrieblichen **Potenzialanalyse** wird zunächst untersucht, ob Maßnahmen zur Materialeffizienz zu Kosteneinsparungen, ggf. auch zu positiven Umsatzaspekten führen können. Der zeitliche Umfang der Potenzialabschätzungsphase hängt ab von der Größe des Unternehmens, dem Materialverbrauch und von den vorliegenden Vorarbeiten. Erfahrungsgemäß wird eine Fokussierung auf solche Potenziale erfolgen, die kurzfristig die höchste Umsetzbarkeit aufweisen und die dann in der folgenden Umsetzungsphase weiter vertieft werden.

- Die **Umsetzungsphase** vertieft die Potenzialanalyse bis zur Umsetzungsreife und begleitet die Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen. Je nach Komplexität der Projekte kann die Länge und Arbeitsintensität der Umsetzungsphase erheblich variieren.

- Die **Evaluationsphase** leistet einen Rückblick auf das Geleistete. Die eingetretenen Effekte werden gemessen. Lernerfahrungen und Konsequenzen werden aufgenommen.

Die dargelegten Möglichkeiten führen zu zahlreichen Kombinationen. Für den zeitlichen Aspekt des Förderprogramms gibt es zwei Kernoptionen:

Option 1: Förderung von Potenzialanalysephase, Umsetzungsphase und Evaluationsphase: Der gesamte Projektzyklus wird durchgehend unterstützt.

Option 2: Schwerpunktförderung: Einzelne Projektphasen werden vollständig gefördert, andere Projektphasen werden schwerpunktmäßig vom Unternehmen selber (evtl. mit Unterstützung) oder anderen Organisationen durchgeführt.

Für die Option 1 spricht, dass KMU die Potenzialabschätzung, aber auch die Umsetzung oft selbst nicht leisten können (keine ausreichend finanziellen Ressourcen, Zeitknappheit im Produktionsalltag, Know-how-Mangel, mangelnde Projektplanungskapazitäten etc.).

Option 2 ist aus Gründen des effizienten Einsatzes der Fördermittel sinnvoll, da die in spezifischen Teilbereichen auftretenden Hemmnisse spezifisch gefördert werden können.

Empfehlung: Empfohlen wird die Durchführung der Förderung von betrieblichen Potenzialanalysen, Umsetzungsbegleitung und externer Evaluation. Gefördert werden soll:

- die Potenzialabschätzung, denn hier wird die Grundlage für die Willensbildung im Unternehmen gelegt;

- die Umsetzungsbegleitung, um die Ausschöpfung der Materialeffizienzpotenziale auch sicherzustellen;

- die Evaluierung der Programme durch eine externe Organisation, denn hier werden Erkenntnisse über den Projekterfolg und mögliche Multiplikatorwirkungen gewonnen.

Für beide Optionen gilt, dass der Fördernehmer das KMU ist. Der Fördergegenstand ist Beratung. Das KMU erhält ein Budget, mit dem Berater/-innen aus dem Pool beauftragt werden können, die für Materialeffizienz-Projekte besonders qualifiziert sind.

Umfang der Förderung

Zur Festlegung des Umfanges der Förderung wird nach Vollförderung (Erstattung aller Projektkosten) oder Teilförderung (Erstattung eines Teiles der Projektkosten) unterschieden.

Empfehlung: Die optimale Fördereffektivität ergibt sich aus einer Mischung aus Voll- und Teilförderung. Die Phase der Potenzialanalyse sollte bis zu einer bestimmten Maximalhöhe voll gefördert werden. Die Phase der Umsetzungsbegleitung sollte teilweise

und erfolgsabhängig gefördert werden. Die Phase der Evaluation sollte wieder voll gefördert werden. Die Empfehlung wird wie folgt begründet:

- Die **Potenzialanalyse** stellt die **größte Hürde** dar, ein Projekt zu starten. Der Einsatz einer Beratungsinstitution sollte für diese Phase bis zu einer gewissen Maximalhöhe ohne Kosten für das Unternehmen möglich sein.

- Für die **Umsetzungsphase** kann abhängig von der erreichten Materialkosteneinsparung eine **Teilförderung** gewährt werden. Die maximale Gesamthöhe der Förderung ist dabei auf einen prozentualen Anteil des in der Potenzialanalyse geschätzten Einsparpotenzials (bezogen auf einen Zeitraum von 3 Jahren) begrenzt. D.h. gefördert werden können bis zu 2% des ermittelten Einsparpotenzials für die ersten drei Jahre nach der Umsetzung. Über den Deckelungsbetrag ist noch zu entscheiden.
  Alternativ ist auch eine Förderung auf **Basis** des geleisteten **Beratereinsatzes** möglich. **Beispiel:** Wird der Beratungsaufwand für eine Umsetzungsphase von 3 Monaten mit 60 Beratertagen ermittelt, so werden davon 20 Beratertage (30%) gefördert.

Die Evaluationsphase durch Dritte wird von der später erläuterten Institution organisiert. Die Fördernehmer müssen entsprechende Daten vorhalten und zur Verfügung stellen.

Der hier vorgeschlagene Förderansatz sieht zusammenfassend folgendes vor:

Förderansatz Materialeffizienz			
Projektphase	**Fördertatbestand**	**Volumen**	**Ansatz**
Potenzialanalyse (Phase 1)	**Analysedurchführung**: Erstanalyse zum Screening möglicher Ansatzpunkte zur Materialeffizienzsteigerung	**Potenzialanalyse:** 10.000 EUR abhängig von Materialkosten	Vollförderung mit Deckelung, Kurzantrag des Unternehmens
Umsetzungsbegleitung, inkl. Fortbildung und Schulung (Phase 2)	Unterstützung des Umsetzungsprojekts durch den Berater. **Voraussetzung:** Vorliegen der Potentialanalyse (Phase 1)	**Umsetzungsbegleitung inkl. Detailanalyse:** Maximal 2 % der Materialkosteneinsparung, die für die ersten 3 Jahre für die Maßnahmen ermittelt wurden, die umgesetzt werden sollen oder 30 % der veranschlagten Beratungstage	Teilförderung mit Deckelung, Antrag des Unternehmens. Über einen Deckelungsbetrag ist noch zu entscheiden
Projektevaluation	Durchführung durch eine externe Evaluation		Finanziert durch das Impulsprogramm zur Qualitätssicherung

Empfänger der Fördermittel

Empfehlung: Fördermittel sollten an Unternehmen und Netzwerkorganisationen ausgezahlt werden. Berater/-innen bzw. Moderatoren werden ausschließlich von den geförderten Unternehmen beauftragt. Für diese Empfehlung sprechen die folgenden Gründe und Erfahrungswerte:

- Das Programm wird nur auf Dauer Erfolge zeigen, wenn es von der unternehmerischen Initiative getragen ist.
- Das Unternehmen muss für die Durchführung der Maßnahme Mitverantwortung übernehmen.

1.4.4 Akteure für die Diffusionsstrategie

Zur Lösung des Kernproblems, d.h. die unzureichende Verbreitung von Ansätzen zur Materialeffizienz, ist ein direkter Anstoß von Unternehmensprojekten erforderlich, um damit das vorhandene Know-how in die KMUs zu transportieren und dort anzuwenden. Im Folgenden werden die Ansätze / Akteure für die Umsetzung aufgeführt, damit das Impulsprogramm Materialeffizienz zu einem Erfolgsmodell wird:

- **Förderung von Netzwerken:** Neben der Förderung von Vorhaben in einzelnen Unternehmen sollen auch wertschöpfungskettenübergreifende oder regionale Initiativen gefördert werden. Da die Umsetzung von Materialeffizienzsteigerungen massiv von dem Umfeld abhängt, in das die KMU eingebunden sind, soll die Initiierung und die Anfangsphase von lernenden Netzwerken gefördert werden. Diese können Materialeffizienz als wichtigen Aspekt der Kostensenkung vorantreiben und entsprechende Erfolgsbeispiele und Umsetzungserfahrungen weitervermitteln.
  Wichtiger Anknüpfungspunkt für KMU sind Branchen, (Querschnitts-) Technologien, die Region und die Wertschöpfungskette. Netzwerke zur Materialeffizienzsteigerung sollten deshalb für die Anlaufphase gefördert werden – mit dem Ziel, dass sie sich aufgrund der Vorteile, die sie den Netzwerkmitgliedern bieten, nach einer ein- bis zweijährigen Anlaufphase selbst tragen.

- Die **regionalen Beratungs- und Umsetzungsstrukturen** und der **Beratungs- sowie Moderatorenpool** stellen die konkrete Umsetzung in der Region sicher und greifen dabei auf das Förderprogramm Materialeffizienz und die Angebote der Institution zur Umsetzung des Impulsprogramms zurück. Basis sind sowohl die schon bestehenden Akteure, Institutionen und Netzwerke als auch sich neu entwickelnde Akteure und lernende Netzwerke. Hauptaufgaben des Beratungspools sind die Potenzialanalysen zur Materialeffizienz in den KMU und die Begleitung der KMU bei deren Umsetzung. Die regionalen Beratungs- und Umsetzungsstrukturen können – soweit sie nicht ohnehin direkt in den Beratungspool eingebunden sind – im Rahmen ihrer eigenen Aktivitäten das Impulsprogramm Materialeffizienz nutzen.

- Eine **Institution muss als zentraler Netzwerkknoten des Impulsprogramms Materialeffizienz** fungieren, ist damit treibende Kraft für die erfolgreiche Umsetzung des Impulsprogramms und muss entsprechend hoch aufgehängt sein. Networking, Agenda Setting, die Bereitstellung von Basisinformationen für alle Zielgruppen, die Initialansprache und die Motivation von KMU für eine Potenzialanalyse, die Unterstützung bei der Nutzung von Fördermitteln und Qualifizierungsangebote (für KMU, Berater- und Moderatorenpool und Fortbildungsakteure) sind die zentralen Aufgaben der Institution zur Umsetzung des Impulsprogramms.

Vor dem Hintergrund dieser Zielsetzungen sind für die Ausgestaltung des Förderprogramms Festlegungen in den Bereichen institutionelle Verankerung und Förderung von Tatbeständen außerhalb der individuellen Unternehmen (Netzwerke, Öffentlichkeitsarbeit etc.) erforderlich.

1.4.5 Institution zum Umsetzung des Impulsprogramms

Die Notwendigkeit zur kontinuierlichen, in hoher Qualität geleisteten Förderung führt zur Frage der Institutionalisierung. Vor dem Hintergrund der identifizierten Anforderungen müssen folgende Aufgaben bewerkstelligt werden (vgl. dazu die folgende Tabelle). Als qualitative Anforderungen an die Institution gelten die Kriterien Effizienz und Effektivität.

Aufgaben Institution Materialeffizienz
• Initialansprache von KMU • Bildung des Beratungs- und Moderatorenpools, Festlegung der methodischen Standards für die Beratung von KMUs zum Thema Materialeffizienz und Sicherstellung der qualitativ hochwertigen Beratung; Festlegung der Qualifikationen der ModeratorInnen für die lernenden Netzwerke • Vorbereitung der Förderentscheidung für einzelne Unternehmen und Netzwerke • Weitergabe von Informationen und Unterstützung bei der Nutzung von anderen Förderprogrammen, die Materialeffizienz indirekt fördern • Verbreitung von Wissen: Erarbeitung und Pflege eines Materialeffizienzpotenzial- und Diffusionsradars, Fortbildung und Schulung (für KMU, Beraterpool, ModeratorInnen und Fortbildungsakteure) • Networking und Agenda Setting • Kontinuierliche Evaluation des Materialeffizienzprogramms, Qualitätskontrolle der einzelnen Maßnahmen und Beratungen • Mitwirkung beim Materialeffizienzpreis

Zur Realisierung der Institutionalisierung sehen wir die folgenden Optionen:

Option 1: Übertragung der Aufgaben an einen bestehenden Projektträger / eine bestehende Organisation. Denkbar wäre etwa die Übertragung an eine bestehende Organisation des Bundes wie z.B. an die DENA. Für diese Option sprechen die folgenden Argumente:

- Kostenersparnis durch Minimierung Gründungsaufwand
- Querverbindung zu anderen Programmen.

Option 2: Schaffung einer neuen Institution: Diese Option sieht den Aufbau einer eigenen Institution (via Ausschreibung und Geschäftsbesorgungsvertrag) vor, vergleichbar mit dem Modell der Effizienz-Agentur in Nordrhein-Westfalen. Für diese Option sprechen die folgenden Argumente:

- **Inhaltliche Ausrichtung:** Die nötige inhaltliche Ausrichtung inkl. der dazu nötigen Kompetenzen sind heute in keiner der bestehenden Organisationseinheiten gegeben.
- **Öffentlichkeitswirksamkeit** und **Akzeptanz:** Die Öffentlichkeitswirksamkeit aber auch die Akzeptanz des Programms bei den Zielgruppen wird durch eine dedizierte Ausrichtung auf Kostensenkung deutlich erhöht.
- Diese Lösung verbindet eine geringe **Regelungsdichte** (z.B. öffentliche Ausschreibungen) mit hoher **Flexibilität** und **Effizienz.**
- **Höhere Attraktivität** für *"High-Potentials"* zur Leitung bzw. Mitarbeit in der Institution.

Empfehlung: Die AutorInnen empfehlen die Realisierung von Option 2, Schaffung einer Institution zur Umsetzung des Impulsprogramms Materialeffizienz. Diese Institution nimmt die oben genannten Aufgaben wahr.

1.4.6 Notwendige Fördermittel

Das Förderprogramm Materialeffizienz lässt sich idealtypisch in die folgenden Phasen aufteilen:

Phase 1: Vorbereitungsphase in 2005

Phase 2: Programmstart mit der Durchführung des Impulsprogramms Materialeffizienz in 2006 / 2007

Wir empfehlen die folgende Aufteilung der verfügbaren Mittel:

Phase	Budget-abschätzung	Bemerkung
Vorbereitungsphase in 2005	ca. 10%	• Entwicklung der Informationsmaterialien • Entwicklung zielgruppenspezifischer Schulungs-materialien • Entwicklung eines Förderprogrammrecherche-tools und weiterer Tools • Institutionalisierung der Institution zur Umset-zung des Impulsprogramms, des Beratungspools und des Materialeffizienznetzwerks • Zielgruppenspezifisches Werbe- und Motivationsprogramm
Programm 2006/07	ca. 10-15%	Förderung von Netzwerken
	ca. 20-30%	Durchführung von Projekten (Potenzialanalyse)
	ca. 30-50%	Durchführung von Projekten (Umsetzungsbegleitung inkl. Detailanalysen)
	ca. 5%	Beauftragung Gutachter für die Evaluierung von Projekten und des Impulsprogramm
	ca. 10%	Institution zur Umsetzung des Impulsprogramms Materialeffizienz
Budgetanteil für direkte Förderung von KMU und Netz-werken	**min. 75%**	**Förderung von Netzwerken sowie von Potenzial-analysen und Umsetzungsbegleitung in Unter-nehmen**
Budgetanteil für Diffusionsförderung	**max. 25%**	**Durchführung einer Vorbereitungsphase, An-passung des Beraterpools, Evaluierung der Un-ternehmensprojekte und Aufbau der Institution Materialeffizienz**

Wesentliche Quelle für die Weiterentwicklung des Impulsprogramms Materialeffizienz ab 2008 werden die Ergebnisse der Programmevaluationen sein. Es wird sich zeigen, was gut funktioniert hat und was nicht, ob und wo eine stärkere Fokussierung oder eine Modifikation zur Effizienz- und Effektivitätssteigerung des Programms notwendig ist.

Der Umfang eines Impulsprogramms Materialeffizienz wird beispielhaft an folgender Modellierung erläutert:

Basierend auf der Zielsetzung, daß eine möglichst große Anzahl von KMU gewonnen werden soll, können bei einem Budget von 3 Mio. EUR für die Phase 1 Potenzialanalyse ca. 300 KMU auf Materialeffizienz untersucht werden (Annahme: Vollförderung mit maximal 10.000 EUR je Unternehmen). Ferner können im Rahmen der Netzwerkförderung weitere 150 Unternehmen eingebunden werden (Annahme: Budget Netzwerkförderung 3 Mio. EUR; Förderung von 300.000 EUR je Netzwerk und 15 Unternehmen je Netzwerk).

Bei der Förderung der Phase 2 Umsetzungsbegleitung ist zu berücksichtigen, dass mit Abschluß der Potenzialanalysen nur etwa die Hälfte aller KMU für die Umsetzungsbegleitung in Frage kommen (Annahme: Erfolgsquote 50%). Bei durchgeführten Potenzialanalysen für ca. 450 KMU würden damit bis zu 225 Unternehmen in der Umsetzungsphase unterstützt werden.

1.4.7 Tabellarische Darstellung der Optionen für das Impulsprogramm

Optionen und Empfehlungen		
Optionen	**Empfehlung**	**Begründung**
Förderansätze ▪ Direkte Förderung ▪ Indirekte Förderung	**Indirekte Förderung** vor allem des Beratungspools und der lernenden Netzwerke	▪ Diffusion von Materialeffizienztechnologien und Wissen ist in KMU kein Selbstläufer ▪ Hemmnisse und Routinen sind zu überwinden
Zeitlicher Aspekt der Unternehmensförderstrategie ▪ Förderung über alle Projektphasen ▪ Schwerpunktförderung	**Förderung über alle Projektphasen für** ▪ Potenzialanalysen ▪ Umsetzungsbegleitung ▪ Projektevaluierung	▪ Grundlage für die Willensbildung im KMU ▪ Erkenntnisse über Projekterfolg und Multiplikatoren ▪ Umsetzungskompetenz bei KMU einbinden
Umfang der Förderung bei den KMU ▪ Vollförderung ▪ Teilförderung	**Mischung aus Voll- und Teilförderung** ▪ Vollförderung mit Deckelung der Phase Potenzialanalyse ▪ Erfolgsabhängige Teilförderung der Phase Umsetzungsbegleitung ▪ Externe Vergabe der Evaluation	▪ Potenzialabschätzung als größte Hürde für Projektinitiierung ist zu überwinden ▪ Erfolgsabhängige Teilförderung der Umsetzungsbegleitung fördert Potenzialausschöpfung ▪ Evaluationsphase elementar zur Sicherung des Gesamtprojekterfolgs
Förderung von Netzwerken	▪ Förderung der Initiierung und der Anfangsphase von Netzwerken mit dem Ziel, dass sie sich aufgrund der Vorteile, die sie den Netzwerkmitgliedern bieten, nach einer ein- bis zweijährigen Anlaufphase selbst tragen	▪ Netzwerke zur Materialeffizienzsteigerung in Branchen, zu (Querschnitts-) Technologien, in einzelnen Regionen und in der Wertschöpfungskette unterstützen KMU effektiv bei der Erschließung ihrer Materialkostensenkungspotentiale
Institution zur Umsetzung des Impulsprogramms ▪ Übertragung an bestehende Projektträger / Institutionen ▪ Schaffung einer neuen Institution zur Umsetzung des Impulsprogramms Materialeffizienz	**Schaffung einer neuen Institution zur Umsetzung des Impulsprogramms Materialeffizienz**	▪ Kompetenzaufbau und -sicherung sowie -vermittlung, dadurch o Umsetzungsfähigkeit und effizienter Einsatz der Ressourcen vor Ort, somit o hohe Akzeptanz bei KMU und hohe Öffentlichkeitswirkung ▪ Geringe Regelungsdichte, hohe Flexibilität und Effizienz ▪ Höhere Attraktivität für High-Potentials für Leitung bzw. Mitarbeit in der Institution

2 Problemstellung und Ausgangslage

Die deutsche Industrie ist seit längerem bestrebt, Materialkosten von Produkten und Produktionsprozessen zu senken, die durchschnittlich etwa 40 % der Bruttoproduktionskosten ausmachen und damit höher liegen als die Lohnkosten (25 %). Trotzdem werden erhebliche, noch ungenutzte Potenziale zur Effizienzsteigerung durch verbesserte Material- und Energieeffizienz erwartet. Durch (meist) rentable Materialeinsparungen kann die Wettbewerbsposition einzelner Betriebe des produzierenden Gewerbes in Deutschland nachhaltig verbessert und können insgesamt Wachstums- und Beschäftigungsimpulse gesetzt werden.

Industrieexperten und beratende Ingenieure berichten häufig von Produktqualitätsmängeln, unnötigem Verschnitt, Fehlchargen und unzureichend ausgelasteten Spezialmaschinen oder -anlagen. Auch Möglichkeiten des stofflichen Recycling sind zuweilen wenig realisiert bzw. werden unterlaufen; sie könnten deutlich mehr genutzt werden. Mangelhafte Produkte, Fehlchargen oder das Verschnittmaterial enthalten bereits eine erhebliche Wertschöpfung; unausgelastete Maschinen haben hohe Kapitalkosten und eine schlechte Materialnutzung (Busch/Orbach 2003). Dieses Problem gilt insbesondere für die mittelständische Wirtschaft infolge einer Reihe von Hemmnissen (z.B. mangelnde organisatorische Kapazität und Kenntnisse über bestehende technische und organisatorische Lösungen, hohe Transaktionskosten, geringe Eigenkapitalausstattung; Walbaum et al. 2003; Angerer et al. 1998).

Die Potenziale verbesserter Materialeffizienz durch Prozessoptimierung, geringeren spezifischen Materialeinsatz oder Prozess- und Materialsubstitutionen sind bisher nicht systematisch analysiert (Enquete Kommission 2002; Jochem/Schön 2004). Auch gibt es in Deutschland kein gezieltes Programm seitens der betroffenen Branchen und des Bundes, diese Potenziale verbesserter Materialeffizienz zu realisieren. Die Aufmerksamkeit in Wirtschaft und Wirtschaftspolitik liegt traditionell bei der Senkung der Produktionskosten ganz überwiegend bei der Erhöhung der Arbeits- bzw. Personalproduktivität. Vielfach liegen aber die materialbedingten Vorleistungskosten (bezogen auf die Produktionskosten derzeit je nach Branche bei 35 bis 45 %) angesichts der heute arbeitsteiligen Produktionsweise höher als die Personalkosten der Betriebe, die bei etwa 22 % bis 35 % liegen.

Die positiven Ergebnisse erfolgreich agierender Pioniere der Material- und Werkstoffeffizienz stoßen allerdings Nachahmer- und Diffusionsprozesse in der mittelständischen Wirtschaft bisher nur selten an. Im Gegensatz zu vielen Grossunternehmen haben KMU mit einer Reihe von Schwierigkeiten zu kämpfen (z.B. geringe Eigenkapitalquote, weniger ausdifferenziertes Fachpersonal, fehlender Marktüberblick hohe Transaktionskosten), um die denkbaren Innovationen im Bereich Materialeffizienz voranzutreiben. Im Rahmen der vorliegenden Studie werden diese Aspekte eingehend beleuchtet, das (branchenspezifische) Potenzial von Materialeffizienzsteigerungen ermittelt sowie aus einem Vergleich ähnlicher Programme abgeleitet, welche Instrumente und Maßnahmen in diesem Sinne für ein *Impulsprogramm Materialeffizienz* zielführend und geeignet erscheinen.

3 Zielsetzung der Studie

Die Zielsetzung der Studie orientiert sich an der Aufgabe, das wirtschaftliche Potenzial der rentablen Materialeffizienzsteigerungen zu ermitteln und Wege aufzuzeigen, wie diese Potenziale mit Hilfe eines *Impulsprogramms Materialeffizienz* realisiert werden können. Die Studie hat drei Teilziele:

- Die vorhandenen rentablen, aber häufig nicht genutzten Potenziale der Material- und Werkstoffeffizienz im Verarbeitenden Gewerbe, insbesondere bei KMU, sollen identifiziert und – soweit möglich – quantifiziert werden; außerdem sind wesentliche Gründe dieser mangelnden Nutzung der vorhandenen, rentablen Potenziale in den untersuchten Branchen, Zielgruppen und Technikbereichen zu identifizieren.
- Weiterhin sind national und international laufende oder abgeschlossene Programme zur Materialeffizienz hinsichtlich ihrer Technologien und Wirksamkeit zu analysieren, um Anregungen für ein effizientes und wirksames nationales Programm in Deutschland zu erhalten. Ähnlich gelagerte Programme mit einem Materialeffizienzbezug im weiteren Sinne sind ebenfalls beispielhaft in die Untersuchung einzubeziehen, um auch dort Erfolgsfaktoren hinsichtlich Programmstruktur oder erfolgreich eingesetzter Instrumente zu ermitteln.
- Auf Basis der Resultate der beiden zuvor genannten Teilziele soll ein Vorschlag zu einem Programm zur Materialeffizienz für die Bundesregierung entwickelt und zur Diskussion gestellt werden.

Diese Zielsetzung geht davon aus, dass durch ein derartiges Programm relativ schnell innovative Impulse in der industriellen Fertigung angestoßen werden können, die neben den angestrebten Kostenreduktionen für die Betriebe auch gesamtwirtschaftlich wünschenswerte Auswirkungen wie z.B. eine netto erhöhte Beschäftigung sowie ein verminderter Energiebedarf nach sich ziehen würden (Nathani 2002, ADL/Meier 2003).

4 Methodisches Vorgehen

Angesichts der kurzen Laufzeit der Studie von sechs Monaten sind die Analysen zu den Materialeffizienzpotenzialen und den ausländischen Programmerfahrungen in ihrer Systematik, ihren Methoden und ihrer Vollständigkeit begrenzt.

Die erforderlichen Daten wurden anhand von Statistiken, Literatur- und Internetrecherchen sowie Interviews erhoben. Bei den Interviews wurde versucht, zu allen drei Arbeitspaketen verwertbare Informationen zu sammeln. Eine Tagung zur Materialeffizienz am 14. Dezember 2004 und der vorangegangene Wettbewerb zur Energieeffizienz dienten ebenfalls zur Identifikation von neuen Verfahren und Produkten, die eine verbesserte Materialnutzung ermöglichen.

Die zunächst vorläufigen Ergebnisse der drei Arbeitspakete wurden in einem Workshop am 24. Februar 2005 mit Fachleuten aus dem Bereich der Materialeffizienz und den relevanten Industriezweigen und Dienstleistungsbranchen (Technologen und Policy-Erfahrene) diskutiert und abgesichert. Die Workshopergebnisse wurden aufgearbeitet, bevor der Bericht hiermit abgeschlossen und die endgültigen Empfehlungen verabschiedet werden. Dieser Workshop diente auch einer allerersten Kommunikation des vorgesehenen Programms zur Materialeffizienz.

4.1 Potenzial-Landkarte - Erkundung der Potenziale und Hemmnisse der Materialeffizienz nach Branchen und Technologien

Aufgabe dieses Arbeitspaketes war die Identifikation von Technologien und Produktlinien, insbesondere in der mittelständischen Wirtschaft, mit den größten, als wirtschaftlich einzuschätzenden Potenzialen der Materialeffizienz bei konsequenter Nutzung heute verfügbarer Technik, Konstruktionswissen und Organisationsformen. Es wurden jeweils diejenigen Branchen und Technologiebereiche herausgearbeitet, bei denen die größten Potenziale und die größten Erfolgsaussichten bei der Umsetzung der Potenziale gesehen werden.

Für diese Aufgabe wurde auf der Basis *typischer Ursachen mangelnder Materialeffizienz* (z.B. vermeidbarer Verschnitt, anlaufende Anlagen, mangelnde Prozesskontrolle, mangelhafte Qualität, Nicht-Betrachtung von Abfallstoffen oder Werkstoffsubstitutions- oder Gewichtsreduktionsmöglichkeiten, mögliche Prozesssubstitutionen, Bruch beim Transport, mangelnde Reparaturfähigkeit) ein Analyse- und Befragungsschema erarbeitet, das für ausgewählte Branchen (z.B. Hochbau- und Bauausbaugewerbe, Verarbeitung von Kunststoff und Papier/Kartons, Metall- und Holzverarbeitung, Chemische Industrie, allerdings ohne chemische Grundstoffe) sowie für Querschnittstechnologien angewandt werden kann. Hierbei wurde in drei Schritten vorgegangen:

Bestimmung von Potenzialen auf Branchen- und Produktionsebene

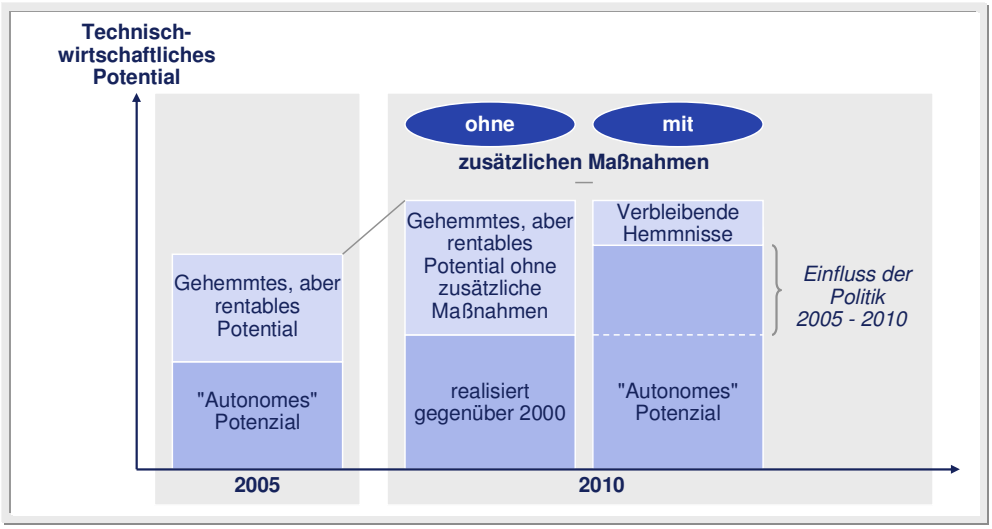
Segmentierung der Herstellung und Nutzung von Gütern der mittelständischen Industrie nach Branchen und Teilbranchen, von denen man aufgrund von bestehenden Fallstudien und Veröffentlichungen von einem merklichen Potenzial der Materialeffizienz ausgehen kann. Hierzu wurde einerseits die Produktionskostenstatistik ausgewertet, andererseits vorhandene Analysen von Stoffflüssen und Materialeffizienzstudien zu

einzelnen Industrie-Sektoren oder Branchen genutzt (z.B. Bringezu 2004; Jochem/Schön 2004). Neun der o.g. prioritären Branchen und Sektoren zur Steigerung der Materialeffizienz wurden auf diese Weise bestimmt (vgl. Kap. 5.1). Anhand Literatur- und Internetrecherchen, Interviews und Fragebögen wurden für diese neun Branchen jeweils zwei Potenziale erhoben (vgl. unten und Kap. 5.2). Mit diesen Ergebnissen wurde ein Gesamtpotenzial für das Verarbeitende Gewerbe in Deutschland geschätzt (vgl. Kap.5.4.2). Außerdem wurden exemplarisch für wichtige Anwendungen die Materialeffizienzpotenziale von Querschnittstechnologien (z.B. opto-elektronische Verfahren, Lackierung, Wassereinsparung, Ölwiederverwendung) und methodischen Vorgehensweisen (z.B. Optimierung für Leichtbaukonstruktionen, "Design-to-Cost" und "Zero Loss") technische Effizienzpotenziale ermittelt, die in den untersuchten Branchen in unterschiedlichem Ausmaß angewandt werden (vgl. Kap.5.4.3).

Für die Datenbeschaffung wurde einmal von den vorhandenen statistischen Daten der Stoffflüsse und den Angaben aus der Kostenstrukturstatistik ausgegangen (Top down-Ansatz), und zum anderen anhand der vorhandenen Beobachtungen der drei Partner, der geführten Interviews sowie von Fallbeispielen in der Literatur (Bottom up-Ansatz). Hierbei mussten *zwei Arten von Potenzialen* unterschieden werden (vgl. Tabelle 4-1):

- jene Materialeffizienzpotenziale, die sich in den kommenden 7 bis 10 Jahren sowieso infolge des technischen Fortschritts ohne besondere Anstrengungen seitens des Staates (auf Bundes- und Länderebene) und seitens der Selbstorganisationen der Wirtschaft einstellen würden (*"realisierbar ohne Zusatzmaßnahmen"* oder *"autonomer materialtechnischer Fortschritt"*) und
- jene zusätzlichen Materialeffizienzpotenziale, die durch ein spezielles Materialeffizienzprogramm von Staat und Selbstorganisationen der Wirtschaft realisiert werden könnten ("*zusätzliches Materialeffizienzpotenzial"* oder *"politik-induziertes Potenzial*").

Tabelle 4-1: Schema der beiden Potenzialtypen "realisierbar ohne Maßnahmen" und "politik-induziertes Potenzial"



Während das autonome Potenzial den zu erwartenden materialtechnischen Fortschritt durch Re-Investitionen und absehbare technische Neuerungen bei bestehenden

Hemmnissen und Marktdefiziten (ohne weitere Politikmaßnahmen) kennzeichnet, werden diese zu einem erheblichen Teil durch ein unterstelltes Förderprogramm abgebaut, d.h., die möglichen Innovationen im materialtechnischen Bereich werden beschleunigt realisiert.

Ermittlung von Hemmnissen und Chancen

Die mangelnde Umsetzung rentabler Potenziale der Material- und Werkstoffeffizienz resultiert aus einer Fülle möglicher Hemmnisse und Marktdefizite, aber auch infolge von Kundenpräferenzen; diese Aspekte wurden parallel zu den Potenzialen bei den Literatur-Recherchen und Interviews mit Betrieben, Herstellern und Multiplikatoren sowie beratenden Ingenieuren erhoben. Ebenso wurden förderliche Faktoren identifiziert (z.B. Möglichkeiten zur Senkung von Transaktionskosten und Risiken sowie verbesserte Organisationsformen sowie Kundeninformation), die für mögliche Instrumente und Maßnahmen der Politik und der Selbstorganisationen der Wirtschaft von Bedeutung sein könnten.

Schließlich wurde anhand der vorliegenden Daten eine grobe Hochrechnung der bei Erschließung der Potenziale für die deutsche Industrie erstellt (vgl. Kap. 5.4.2).

4.2 Programm-Landkarte - Erkundung erfolgreicher Programme der Materialeffizienz im internationalen und nationalen Raum

In der Programmlandkarte sind die Ergebnisse der Analyse wichtiger Ansätze zur Materialeffizienzsteigerung zusammengefasst. In der vergleichenden Analyse interessierten Ansätze auf der internationalen Ebene, in Europa, den USA und Japan genauso wie die Aktivitäten auf Bundesebene, in den Bundesländern und den Regionen Deutschlands. Ziel war eine möglichst breit gefächerte Analyse der wichtigsten Ansätze, um ein Gefühl für die Breite der Programmlandschaft zu gewinnen und gleichzeitig die wichtigsten Referenzpunkte für das Impulsprogramm Materialeffizienz auf Bundesebene zu untersuchen. Aufgrund der Zielstellung des Impulsprogramms Materialeffizienz lag ein besonderes Augenmerk auf den Ansätzen zur Förderung von Materialeffizienzaktivitäten in KMU. Die Analyse diente neben der Beschreibung interessanter Ansätze auch dem Ziel zu erkennen, was aus den Programmen, Maßnahmenbündeln, informationellen Netzwerken etc. gelernt werden kann. Dazu diente die Beschreibung und Bewertung der einzelnen Aktivitäten nach den Kategorien:

- Zielsetzung,
- Funktionsweise, Umsetzung und deren Bewertung,
- Wirkungen auf Umwelt und Wirtschaft,
- Relevanz für die mittelständische Wirtschaft und
- vorliegende Verbesserungsvorschläge.

Auf der Basis der Analyse der Aktivitäten und ihrer einheitlich strukturierten Dokumentation in Case Studies wurden Vorschläge für das Impulsprogramm Materialeffizienz abgeleitet. Dafür wurden erfolgreiche Aspekte aus den einzelnen Case Studies – aufbauend auf den Erfahrungen und Evaluationen der einzelnen Ansätze – herauskristallisiert und zu einem sinnvollen Gesamtpaket zusammengestellt.

Akteurslandkarte

Die Akteurslandkarte dient erstens der Identifikation von Akteuren auf allen regionalen Ebenen und damit auch der Übersicht über die Kanäle der KMU-Ansprache. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass viele der identifizierten Akteure sinnvoll in das Impulsprogramm Materialeffizienz einbezogen werden könnten, da sie

- schon heute im Bereich Materialeffizienz aktiv sind,
- wesentliche und typische Ansprechpartner von KMU sind (z.B. Kammern, Verbände, TÜV etc.) bzw. Multiplikatoren im Bereich Mittelstand oder
- weil sie als Bildungsakteur eine wichtige Rolle im Innovationstransfer spielen.

Auch wenn die Akteure aus der zweiten und dritten Gruppe oft noch wenig im Bereich Materialeffizienz engagiert sind, so könnten sie doch dafür gewonnen werden.

Zweitens wird im Rahmen der Akteurs- und Strukturlandkarte ein erstes Screening von Forschungs- und KMU-Förderprogrammen präsentiert, die zwar primär anderen Zielen dienen, aber auch für die Ziele des Impulsprogramms Materialeffizienz genutzt werden können.

Um die Programm- und Akteurslandkarte zu erstellen und daraus Empfehlungen für das Impulsprogramm Materialeffizienz abzuleiten, wurde folgendes Prozedere gewählt:

- Entwicklung eines Analyse- und Bewertungsrasters für die Programmlandkarte (s. Anhang)
- Analyse und Benchmarking der unterschiedlichen Programme bzw. Politikansätze und Dokumentation der Ergebnisse als Case Studies
- Akteurslandkarte
- Schlussfolgerungen und Empfehlungen für das Impulsprogramm Materialeffizienz.

5 Potenziale der Materialeffizienz

Eine Auswahl der zu untersuchenden Branchen war aufgrund begrenzter Zeit und begrenztem Budget des Projektes, aber auch aufgrund des begrenzten Programmbudgets für die Jahre 2005 bis 2007 von insgesamt 20 Mio. € unumgänglich. Die Branchenauswahl erfolgte zunächst nach den o.g. Kriterien des Materialwertes als Anteil am Bruttoproduktionswert der jeweils mittelständischen Unternehmen der einzelnen Branchen des Verarbeitenden Gewerbes und des Baugewerbes (vgl. Kap.5.1). Für neun Branchen wurden dann die Potenziale der Materialeffizienz mit einem Zeithorizont von sieben bis 10 Jahren bestimmt (vgl. Kap.5.3). Bei der Auswahl der Querschnitttechnologien ging man eher von Hypothesen zur Höhe ihres Beitrages zur Materialeffizienz aus, weil hier kein einfaches quantitatives Auswahlkriterium wie bei der Branchenauswahl über die Kostenstrukturstatistik vorlag (vgl. Kap.5.3). Eine grobe Hochschätzung der Materialeffizienz für das gesamte Verarbeitende Gewerbe, eine Zusammenstellung der Hemmnisse und fördernder Faktoren sowie die Schlussfolgerungen schließen dieses Kapital ab.

5.1 Branchenauswahl und Auswahl der Querschnittstechniken

Die Branchenauswahl erfolgte in zwei Stufen, zunächst unter reinen Mengengesichtspunkten: danach wurden die rohstoffnahen Branchen wegen ihrer typischen Form als global oder international operierenden Großunternehmen ausgeschlossen (z.B. Kohlebergbau, Stahl- und NE-Metallerzeugung, Papier- und Zellstoffproduktion, Zementherstellung); unter den verbleibenden Branchen wurden dann neun Branchen für eine vertiefte Analyse ausgewählt (vgl. Kap. 5.1.2).

5.1.1 Vorbemerkungen und Vorauswahl der Branchen anhand des Indikators "globaler Materialaufwand"

Bei der Auswahl der Branchen standen zunächst die Mengenströme als globaler Gesamtmaterialaufwand für die großen Branchen (Zweisteller der Industriestatistik) als eine erste Orientierung zur Verfügung (vgl. Tabelle 5-1). Als globaler Materialaufwand für eine Branche wird sämtlicher Materialaufwand (die gesamte Primärextraktion, einschließlich nicht verwerteter Förderung, ohne Wasser und Luft) verstanden, der sowohl im Ausland wie im Inland erforderlich ist, um die jeweilige Produktion der betreffenden Branche zu realisieren. Aus diesem Grunde sind die Werte des globalen Gesamtmaterialaufwandes der rohstoffnahen Grundstoffbranchen mit etwa 500 Mio. bis 2 Mrd. t pro Jahr sehr hoch (relativ zu den Werten der Investitionsgüterindustrie oder des Baugewerbes mit 50 bis 350 Mio. t pro Jahr). Noch deutlicher unterscheidet sich die Ressourcenproduktivität mit 1 bis 50 €/t für die rohstoffnahen Branchen und 300 bis mehr als 3000 €/t in der Investitionsgüterindustrie und im Baugewerbe.

Erhebliche Anteile (durchschnittlich ca. 40%) dieses globalen Gesamtmaterialaufwandes werden im Ausland umgesetzt, um die im Inland in Produktion und Konsum verwendeten Importe herzustellen. Sie sind durch Effizienzsteigerungen des Materialeinsatzes beispielsweise im Verarbeitenden Gewerbe indirekt beeinflussbar; denn jede

Einsparung des direkten Materialeinsatzes vermindert über eine verringerte Nachfrage auch deren "ökologische Rucksäcke".

Zwischen 1991 und 2000 nahm der globale Gesamtmaterialaufwand der deutschen Industrie um 9 % oder durchschnittlich um 1 % pro Jahr ab und die Ressourcenproduktivität, das Verhältnis zwischen Bruttowertschöpfung und globalem Materialaufwand einer Branche, sogar um durchschnittlich 28 % (oder 2,8 %/a) zu. Diese Gesamtentwicklung spiegelt jedoch nicht die Entwicklung jeder Branche wider, die im Einzelfall eine deutlich rückläufige Ressourcenproduktivität aufweisen konnte. Die Entwicklung des globalen Materialaufwandes wurde mengenmäßig von der abraum-intensiven Braunkohleförderung dominiert, die (nach der Wiedervereinigung Deutschlands) in Ostdeutschland in den 1990er Jahren um 38 % zurückgegangen war. In Westdeutschland nahm die Steinkohleförderung in den 1990er Jahren sogar um 49 % ab.

Tabelle 5-1: Globaler Gesamtmaterialaufwand der deutschen Industrie und seine Veränderung zwischen 1991 und 2000

		Globaler Gesamtmaterial Aufwand		**Veränderung**	**Ressourcenproduktivität[1]**	
		Ranking (in Mill. t)		1991 bis 2000 (in %)	EURO/ t 2000	zw. 1991/ 2000 (in %)
NACE	**Produktionssektor**	1991	2000			
10	Kohle, Torf	2.901	1.980	-32%	0,99	-57%
14	Steine u. Erden, sonstige Bergbauerzeugnisse	894	1.005	12%	2,32	-16%
27	Metallherstellung und Halbzeuge daraus	419	497	19%	31,1	-10%
01	Erzeugnisse der Landwirtschaft, Jagd	367	380	4%	59,2	8%
45	Bauleistungen	352	339	-4%	295	1%
15	Nahrungs- u. Futtermittel, Getränke etc.	126	132	5%	222	-9%
28	Verarbeitung von Metallerzeugnissen	111	135	22%	266	-16%
23	Kokereierz., Mineralölerz., Spalt- u. Brutstoffe	83	89	8%	54	47%
34	Kraftwagen u. Kraftwagenteile	74	91	23%	421	-32%
24	Chemische Erzeugnisse	66	79	19%	496	3%
29	Maschinenbau	65	80	23%	679	-29%
21	Papier, Karton, Pappe u. daraus hergestellte Waren	46	56	22%	185	7%
	Übrige Produktionssektoren (mit. sekt. glob. Gesamtmaterialaufwand im Jahre 1991 < 45 Mill. t)	340	425	25%	3.363	2%
	Alle Produktionssektoren insgesamt	**5.843**	**5.289**	**-9%**	**338**	**28%**

Der globale Materialaufwand des Kohlesektors (NACE 10) ging in diesem Zeitraum lediglich um 32 % zurück (vgl. Tabelle 5-1); insofern nahm die Ressourceneffizienz dieser beiden Kohlebranchen wegen der immer größeren Tiefen und der zunehmenden Mengen nicht verwertbarer Extraktion ab, was auch die Abnahme der Ressourcenproduktivität um 57 % (d.h. 9%/a) zeigt.

[1] Das Verhältnis von Bruttowertschöpfung des Sektors und seines globalen Materialaufwandes

Obwohl die rohstoffnahen Branchen Kohle, Steine und Erden, Metallherstellung, Kokereien und Raffinerien (aber auch hier nicht separat ausgewiesene Branchen wie die Grundstoffchemie, die Zellstoff- und Papierherstellung), die Fahrzeugindustrie und die Nahrungsmittelindustrie die höchsten Werte für den globalen Gesamtmaterialaufwand aufweisen, wurden sie nicht in die Auswahl dieser Studie aus folgenden Gründen einbezogen. Denn in diesen Branchen dominieren typischer Weise Grossunternehmen, häufig wenige Unternehmen in Deutschland oder Europa; diese Unternehmen haben meist ein hoch spezialisiertes Personal, um sich Fragen der Materialeffizienz zu widmen. Sie sind damit nicht Zielgruppe dieser Untersuchung.

Viele hiermit aus der Untersuchung ausgeschlossenen Branchen haben einen hohen Materialaufwand im Ausland (Metallerze, Rohphosphate, Steinkohle, Erdöl, Erdgas oder Holz, energie- und ressourcenintensive Vorfabrikate), der seitens einer inländischen Materialeffizienzpolitik im Wesentlichen über eine verminderte Nachfrage nach Rohstoffen oder Halbfertigfabrikaten im Ausland und indirekt (z.B. über die international agierenden Grundstoffunternehmen oder Beratungsfirmen, Maschinen- und Anlagenhandel) beeinflussbar ist. Dieser Effekt – auch technologischer Spillover genannt – ist nicht zu vernachlässigen und daher auch für die inländische Materialeffizienzpolitik zu bedenken.

5.1.2 Auswahl der untersuchten Branchen und Querschnittstechnologien

Für einen weiteren Schritt der Branchenauswahl wurden dann die Faktoren

- Anteil des Materialeinsatzes am Brutto-Produktionswert gemäß Kostenstrukturstatistik des Verarbeitenden Gewerbes und
- Anteil der kleinen und mittleren Unternehmen (ab 20 Beschäftigte, ohne Handwerk mit bis zu 250 bzw. 500 Beschäftigen)

herangezogen. Aus der amtlichen Kostenstruktur-Statistik (Statistisches Bundesamt 2004) wurden die Kostenanteile des Brutto-Produktionswertes für den Materialeinsatz (ohne Energiekosten) für das Jahr 2002 übernommen und mit dem Anteil des Bruttoproduktionswertes von Unternehmen der Größenklasse 20 bis 250 bzw. 20 bis 500 Beschäftigten multipliziert. Der Materialeinsatz der so erhaltenen, vorrangig zu untersuchenden neun ausgewählten Branchen und Subbranchen schwankt zwischen 3 und fast 14 Mrd. € bei Einbezug von Unternehmen mit maximal 250 Beschäftigten (vgl. Tabelle 5-2). Die Gesamt-Materialkosten dieser Unternehmen (20 bis 250 Beschäftigten) belaufen sich auf rund 64 Mrd. €/a. Bezieht man die nächst größere Unternehmensgruppe (20 bis 500 Beschäftigte) in die Analyse mit ein, so liegt der Materialeinsatz in den Branchen der Auswahl zwischen 4 und knapp 19 Mrd. €/a je Branche und bei etwa 86 Mrd. €/a für die neun ausgewählten Branchen (dies entspricht etwa 15 % des gesamten Materialaufwandes der deutschen Industrie).

In der Branchenübersicht wurden die Wachstumsaussichten für die kommenden zehn Jahre dokumentiert. Außer dem Verlags- und Druckgewerbe, der Holzbe- und -verarbeitung sowie des Baugewerbes liegen alle ausgewählten Branchen über dem erwarteten Durchschnitt des verarbeitenden Gewerbes. Im folgenden Kapitel 5.2 werden für die einzelnen Branchen auch die Kostenanteile für Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen, der Anteil des Energiekosten sowie die Personalkosten bezogen

auf den Brutto-Produktionswert aufgeführt, um ihre Innovationskraft bzw. ihre Kostensituation für Personal und Energie relativ zu den Werkstoff- und Vorleistungskosten anzudeuten.

Tabelle 5-2: Ausgewählte Branchen anhand des absoluten Materialeinsatzes für Unternehmen der betroffenen Branchen bis 250 bzw. 500 Beschäftigte

Angaben für 2002		**Materialeinsatz KMU Mio. €**		**Brutto-Produktions-wert**	**Wachstums-schätzungen in %/a**	
NACE	**Branche**	Unternehmen 20 bis 250 Beschäftigte	Unternehmen 20 bis 500 Beschäftigte	Mio. €	bis 2010	2010/ 2015
28	Herstellung von Metallerzeugnissen	13.954	18.633	75.310	2,9%	2,3%
25.2	Herstellung von Kunststoffwaren	8.085	10.791	42.008	1,9%	1,6%
31.	Herstellung von Geräten der Elektrizitätserzeugung, -verteilung	6.534	10.222	85.122	2,9%	2,5%
24	Chemische Industrie	6.489	11.051	136.986	2,3%	2,4%
22	Verlags-, Druckgewerbe, Vervielfältigungen	5.476	7.334	41.682	1,2%	1,1%
20	Be- und Verarbeitung von Holz	4.168	5.477	15.569	1,6%	1,0%
33	Medizin-, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Optik	4.084	5.540	32.173	2,8%	2,4%
45.21.2 und 45.3-5	Baugewerbe: Hochbau und Ausbaugewerbe	10.293	11.120	44.693	1,8%	1,0%
21.2	Herstellung von Waren aus Papier und Karton	2.747	4.039	17.794	2,3%	2,1%
Summe der untersuchten Branchen		63.602	86.485	491.337	k.A.	k.A.
Verarbeitende Industrie und Baugewebe		154.180	222.098	1.481.155	2,1%	1,8%

Quellen: Statistisches Bundesamt 2004, eigene Berechnungen

5.1.3 Auswahl der Querschnittstechnologien und -methoden der Materialeffizienz

Bei der Analyse der Branchen stieß man häufiger auf die gleichen Technologien bzw. organisatorische Methoden zur Erreichung der Materialeffizienz. Dies führte dazu, dass einige Querschnittstechnologien speziell untersucht wurden, und zwar opto-elektronische Verfahren, Oberflächenschutz durch Lackierverfahren, das Altölrefining, die effizientere Nutzung von Wasser, optimierte Konstruktionen für Leichtbau und Lebensdauerverlängerung, Einsparungen durch verbesserte tribologische Eigenschaften. Bei den Planungsmethoden zur verbesserten Materialnutzung wurden Methoden wie z.B. Design-to-Cost- und Zero Loss- Konzepte in die Analyse und Befragungen miteinbezogen. Für diese Querschnittstechnologien und Planungsmethoden wurden keine branchenspezifischen Materialeffizienzpotenziale erhoben. Ihre Beiträge sind aber in den Potenzialen der untersuchten Methoden mit enthalten.

5.2 Ergebnisse in einzelnen Branchen

Im folgenden wird in kurzer Form über die jeweiligen Branchen, ihre wirtschaftlichen Aussichten und ihre Materialeffizienzpotenziale berichtet, soweit hier in der Kürze dieser Untersuchungen quantitative oder qualitative Informationen arbeitet werden konnten. Die jeweils in Klammern angegebenen Potenziale der Materialeffizienz haben einen niedrigen Wert (autonomer technischer Fortschritt) und einen höheren Wert, der das Gesamtpotenzial einschließlich eines Impulsprogramms in den kommenden sieben bis zehn Jahren beschreibt.

5.2.1 Herstellung von Metallerzeugnissen

Aktuelle Produktion und Produktionsaussichten 2015

Mit einem Materialkostenanteil von knapp 35 % entsprechend rund 25 Mrd. € gehört die Herstellung von Metallwaren zu den materialintensiven Branchen. Mit einem Anteil der KMU in Höhe von 71 % am Produktionswert ist diese Branche sehr mittelständisch. Aufgrund der aktuellen Branchendaten, der in vielen Teilbranchen zu beobachtende Tradition für Innovationen und der nach wie vor positiven Produktionsaussichten wichtiger Abnehmer (einschließlich Export) können die Unternehmen der Metallverarbeitung mit einem deutlich überdurchschnittlichen Wachstum gegenüber der Verarbeitenden Gewerbe rechnen (in 2004 knapp 5 %); zwischen 2005 und 2010 werden etwa 3 %/a erwartet, zwischen 2010 und 2015 immerhin noch 2,3 %/a.

Produktionstechnik der Branche und ihre Produkte – Stand und Trends

Die vielfältige Produktionstechnik der Branche lässt sich auf die Grundformen Urformen, Umformen, Trennen, Wärmebehandlung bzw. Stoffeigenschaften ändern, Fügen und Beschichten bzw. Lackieren zurückführen. Neben den zu bearbeitenden Werkstoffen werden (sich teilweise verschleißende) Werkzeuge und Hilfsstoffe wie z.B. Kühlschmierstoffe eingesetzt. Abgesehen von sehr wenigen neuen Produktionstechniken wie z.B. dem Einsatz von Laser zum Schneiden und Schweißen werden überwiegend Fertigungsprinzipien eingesetzt, die seit Jahrzehnten genutzt werden, jedoch kontinu-

ierlich optimiert und automatisiert wurden. Diese Trends werden sich auch in Zukunft fortsetzen; Technologiesprünge größeren Ausmaßes sind nicht erkennbar.

Ansatzpunkte zur Verbesserung der Materialeffizienz

Die Ansatzpunkte für die Verbesserungen der Materialeffizienz sind sehr vielfältig. Durch bessere Berechnungsverfahren und Werkstoffkenntnisse können die Produkte und Fertigungsverfahren materialeffizienter gestaltet; durch automatisierte Fertigung und Qualitätskontrolle im laufenden Prozess werden Ausschuss und Spananfall weiter reduziert. Neue Werkzeugmaterialien reduzieren deren Verschleiß und Alterung und erlauben zunehmend den vollständigen oder teilweisen Ersatz von Kühlschmierstoffen, welche ansonsten selbst bei einer optimalen Pflege als Abfall in nennenswertem Umfang anfallen. Außerdem wird mit dem Trockenverfahren der spanenden Fertigung der anschließende Reinigungsprozess mit Hilfsmitteln und Wärmeenergie eingespart.

Hemmnisse und förderliche Faktoren zur Steigerung der Materialeffizienz

Die allgemeinen Hemmnisse für Materialeffizienz unterscheiden sich bei Unternehmen der Metallwarenproduktion kaum von denen in vielen anderen Branchen. Den kleinen Betrieben fehlt oft Zeit, neu verfügbares Wissen, spezielle Fachingenieure, Betriebsorganisation, hinreichend Eigenkapital und teilweise auch Platz für Verbesserungen. Ein spezielles Hemmnis ist die Tatsache, dass häufig im Lohnauftrag für andere Unternehmen gearbeitet wird, die das Design der Produkte nicht verändern wollen und teils übertriebene Qualitätsanforderungen stellen. Förderlich in der Branche sind jedoch erste Ansätze zum Supply-Chain-Management, eine insgesamt gute Aufgeschlossenheit für Innovationen sowie ein hoher Kostendruck auf die Unternehmen.

Fazit für das Gesamtpotenzial der Branche

Die Herstellung von Metallerzeugnissen dürfte zu den viel versprechenden Branchen für die Steigerung der Materialeffizienz aufgrund einer Vielzahl kleiner, Innovationen aufgeschlossener Unternehmen mit einem hohen Materialkostenanteil und noch relativ hohen Einsparpotenzialen gehören (Potenzial: 800 Mio. bis 1.500 Mio. € in 2012-15; Datenbasis: Literatur- und Internetrecherche, Interviews).

5.2.2 Herstellung von Kunststoffwaren

Aktuelle Produktion und Produktionsaussichten 2015

Mit einer Bruttoproduktion von 42 Mrd. € nimmt die deutsche Kunststoffverarbeitende Industrie mit rund 2.800 Unternehmen international mit einer Exportquote von 33 % einen Spitzenplatz ein. Sie verarbeitet knapp 11 Mio. t Polymere jährlich und hat als vorwiegend mittelständisch strukturierte Branche auch für die nächsten 10 Jahre mit knapp 2 %/a gute Wachstumsaussichten. Innovationen in der Kunststoffverarbeitenden Industrie entstehen in der Regel in Zusammenarbeit mit den Kunden oder mit den Kunststoffherstellern. Viele der kleineren Unternehmen haben keine oder nur sehr begrenzte Forschungsaktivitäten (FuE-Anteil an der Bruttoproduktion lediglich 1,4 %). Insgesamt fließen ca. 75% der Kunststoffe in die Bereiche Verpackung, Bau, Fahrzeugindustrie und Elektrotechnik und Elektronik.

Produktionstechnik der Branche und ihre Produkte – Stand und Trends

Kunststoffe aller Art werden überwiegend durch wenige Standardtechnologien verarbeitet (Spritzguss zur Herstellung von Formteilen, Extrusion für Standardprofile, Blasen für Hohlkörper, Kalandrieren für Folien, Giessen, Laminieren (Verbundwerkstoffe), Schäumen und Beschichten. Allerdings gibt es eine hohe Anzahl an Sonderverfahren und technologischen Spezialisierungen, die den Transfer von Know-how erschweren. Auf den zunehmenden Kostendruck hin zeichnet sich auch in dieser Industriebranche ein Trend in Richtung Anwendungen mit höherer Wertschöpfung bzw. Spezialanwendungen ab. Dies wirkt sich in einer engeren Zusammenarbeit mit den Abnehmerunternehmen aus, beinhaltet aber auch technologische Weiterentwicklungen, um insbesondere den Wettbewerb mit anderen Materialien weiterhin bestehen zu können. Besonders innovative Bereiche der Kunststoffverarbeitenden Industrie sind z.B. Verbundwerkstoffe oder Nanocomposites.

Ansatzpunkte zur Verbesserung der Materialeffizienz

Entscheidende Ansatzpunkte liegen im Bereich der Entwicklung: intelligente Konstruktion und Planung des Produktionsprozesses im Voraus, konsequenter Leichtbau und Einsatz innovativer Kunststoffe und Verbundmaterialien. Die Optimierung bestehender, oft aus isolierten Kampagnen bestehenden Prozessen bringt zusätzliches, wenngleich geringeres Potenzial zur Steigerung der Materialeffizienz. Recycling von Produktions- und Verarbeitungsabfällen ist kaum noch ausbaufähig, wohl aber die Substitution bereits eingesetzter Kunststoffe durch andere Kunststoffe mit verbesserten Eigenschaften (z. B. leichtere Formkörper und Verpackungen, widerstandsfähigere Oberflächen).

Hemmnisse und förderliche Faktoren zur Steigerung der Materialeffizienz

Innerhalb der Branche ist der Know-how Transfer durch die mittelständisch geprägte Struktur und die Heterogenität erschwert. Ein gezielt initiierter, verbesserter Know-how Transfer und technisch bzw. methodisch lösungsorientierte Beratungsleistungen könnten deshalb mit hoher Wahrscheinlichkeit quer durch die Branche eine beträchtliche Erhöhung der Materialeffizienz auslösen.

Fazit für das Gesamtpotenzial der Branche

Das durch Design-to-Cost und Zero Loss Management abgeschätzte und langfristig erzielbare Potenzial wird auf mindestens 10 % bezogen auf den Branchenumsatz geschätzt. Ohne weitere Maßnahmen jedoch dürfte der autonome materialtechnische Fortschritt in den kommenden 10 Jahren bei etwa 7 % des Werkstoffeinsatzes liegen (ca. 1 Mrd. €); dies binnen 10 Jahren zu verdoppeln, könnte durch Abbau der Hemmnisse erreicht werden (Potenzial insgesamt: 2 Mrd. € in 2015).

5.2.3 Herstellung von Geräten der Elektrizitätserzeugung, -verteilung

Aktuelle Produktion und Produktionsaussichten 2015

Die Herstellung von Geräten der Elektrizitätserzeugung ist mit einem Materialkostenanteil in Höhe von über 40 % entsprechend rund 35 Mrd. € pro Jahr ausgesprochen ma-

terialintensiv. Für die Zukunft werden kräftige Zuwächse des Produktionswertes erwartet, die aber nur zum Teil auf physikalische Mengensteigerung zurückzuführen sind; der verbleibende Teil geht auf den Trend zu höherwertigen Produkten zurück. Die Nachfrage kommt neben dem inländischen Re-Investitionsbedarf bei Kraftwerken und Stromverteilung durch steigende Exporte (insb. China, Indien, Lateinamerika). So wird bis 2010 ein Wirtschaftswachstum von etwa 3 %/a erwartet, zwischen 2010 und 2015 noch von 2,5 %/a.

Produktionstechnik der Branche und ihre Produkte – Stand und Trends

Die Produktionstechniken bei der Herstellung von Geräten der Elektrotechnikindustrie sind ähnlich wie bei den Branchen Metallbearbeitung und Kunststoffverarbeitung, wobei Teile der Fertigung im Lohnauftrag auch von diesen für die Elektrotechnikindustrie durchgeführt werden. Hinzu kommen die Wicklungen für Elektromotoren und Generatoren sowie die Montage von Blechen und Öl-Papier-Isolierungen bei Transformatoren und Kondensatoren. Neue technologische Entwicklungen liegen im Bereich der Mikro- und Leistungselektronik, der Lasertechnologie, der Entwicklung und Anwendung neuer Materialien und Werkstoffe sowie der Mikrosystemtechnik. Darüber hinaus wirkt der zunehmende Trend in der Branche zu produktbegleitenden Dienstleistungen (Softwareerstellung, Engineering, Schulung, Montage und Inbetriebnahme, Service und Reparaturen) in Richtung Materialeffizienz, mit welchen gegenwärtig bereits zwischen 5 und 40 Prozent des Hardwareumsatzes erwirtschaftet werden. Dieser Anteil steigt seit Jahren deutlicher an als der stückzahlbezogene Umsatz an Hardwareprodukten.

Ansatzpunkte zur Verbesserung der Materialeffizienz

Mit der Entwicklung zu mehr Elektronik und weniger mechanischen Bauteilen entfallen Arbeitsschritte und damit oft auch Maschinen, Werkzeuge und Material bei der Montage elektrotechnischer Produkte. Durch eine weitere Optimierung der Fertigung ist eine Verminderung der Ausschussrate möglich. Weniger Material wird auch durch den Einsatz von Elektronik anstelle mechanischer Geräte benötigt, z.B. bei Vorschaltgeräten und kleinen Trafos. Darüber hinaus wirken alle Maßnahmen, die in den Abschnitten Kunststoff- und Metallverarbeitung beschrieben sind (vgl. Kap. 5.2.1und 5.2.2).

Hemmnisse und förderliche Faktoren zur Steigerung der Materialeffizienz

Die Hemmnisse liegen ähnlich wie bei der metallverarbeitenden Industrie, allerdings wegen der im Durchschnitt größeren Unternehmen mit anderen Gewichten (z.B. relativ mehr Know-how, aber weniger innovative Flexibilität). Spezielle branchenspezifische Hemmnisse konnten bei den Analysen nicht festgestellt werden (Ausnahme: steigender Material- und Ausschussanteil bei der Fertigung besonders energieeffizienter Elektromotoren und Transformatoren aufgrund strengerer Anforderungen an Materialqualität und Fertigungstoleranzen). Förderlich dürfte insbesondere das Wachstumspotenzial mit seinen Chancen bei Re- und Erweiterungsinvestitionen sein.

Fazit für das Gesamtpotenzial der Branche

Auch die Branche "Herstellung von Geräten zur Elektrizitätserzeugung, -verteilung u. ä." bietet vielfältige Potenziale zur Steigerung der Materialeffizienz. Aufgrund der allgemeinen Branchentrends und der guten Wachstumsaussichten erscheint ein relativ großer Teil hiervon aufgrund des autonomen materialtechnischen Fortschritts stattzufinden (ca. 1.500 Mio. €) und die gehemmten Potenziale verhältnismäßig (zu manchen

mehr mittelständisch strukturierten Branchen) leichter realisierbar zu sein (ca. 3.000 Mio. € in 2012-15; Datenbasis: Literatur- und Internetrecherchen sowie Interviews).

5.2.4 Chemische Industrie

Aktuelle Produktion und Produktionsaussichten 2015

Die Chemische Industrie (ohne Grundstoffe) produziert eine breite Palette an Produkten. Rund 70 Prozent der Chemieproduktion gehen an industrielle Weiterverarbeiter (Klebstoffe, Farben und Lacke, Schmierstoffe, Chips), und rund 13 % sind Konsumgüter und Fertigprodukte (davon z. B. Pharmazeutika 21,3 %, Wasch und Körperpflegemittel 9,3 %). Wichtige Abnehmerbranchen sind die Chemieindustrie selbst, die Automobil-, die Verpackungs- und die Bauindustrie. Hinzu kommen chemische Erzeugnisse für die Bereiche Gesundheit, Umwelt und Ernährung. Die Forschungsintensität ist mit 6,6 % am Bruttoproduktionswert sehr hoch. Die Rolle der mittelständischen Chemieunternehmen (ca. 26 % der Gesamtbranche) weicht deutlich von der sonst im Verarbeitenden Gewerbe meist vorherrschenden Aufgabenteilung ab: Werden in vielen Branchen der Investitionsgüter-Industrie vom Mittelstand Zulieferfunktionen wahrgenommen, so ist in der chemischen Industrie die Erstellung der Vorprodukte eine Domäne der Großunternehmen. Kleine und mittlere Unternehmen stellen dagegen in erster Linie Endprodukte her und sind auch auf den Weltmärkten vertreten. Sie öffnen und bedienen Marktnischen. Sie sind in vielen Spezialanwendungen Innovationstreiber. Im Branchendurchschnitt beträgt der Anteil der Materialkosten 31 %. Die Wachstumsaussichten sind mit etwa 2,5 %/a für die kommenden 10 Jahre überdurchschnittlich gut.

Produktionstechnik der Branche und ihre Produkte – Stand und Trends

Die chemische Industrie ist ein klassische Prozessindustrie und überwiegend geprägt von voll- und teilkontinuierlicher Produktion sowie Kampagnenproduktion. Durch den hohen Kostendruck und den Aufbau von Produktionskapazitäten in Niedriglohnländern ist die Prozessoptimierung in der chemischen Industrie ein Dauerthema. Ständige Prozessoptimierungen unter Einsatz modernster Prozessleittechnik haben dazu geführt, dass diese Branche in Deutschland in vielen Bereichen international durchaus wettbewerbsfähig produzieren kann. Prozessinnovationen werden dabei von den Unternehmen selbst, aber auch von den Apparate- und Anlagenbauern initiiert.

Ansatzpunkte zur Verbesserung der Materialeffizienz

Bei den kleineren, häufig in Nischen operierenden Chemieunternehmen liegt der Schwerpunkt der Optimierungsanstrengungen in der Kundenorientierung, in der Findung kundenspezifischer Problemlösungen und in einer Mengenmatrix, die für Großunternehmen wirtschaftlich in der geforderten Absatzmenge und Flexibilität schwerer darstellbar ist.

Hemmnisse und förderliche Faktoren zur Steigerung der Materialeffizienz

In den kleineren Unternehmen wird der Know-how Vorsprung nicht immer mit Patenten abgesichert, sondern durch Beschleunigung der Entwicklungszyklen und durch strikte Geheimhaltung von Verfahrens- und Produkt Know-how. Diese "Geheimhaltungskultur"

hemmt den Know-how Austausch und den Methodentransfer und wird durch schlechte Erfahrungen hinsichtlich Know-how Abfluss (z.B. in Niedriglohnländer) noch verstärkt.

Fazit für das Gesamtpotenzial der Branche

Die Materialeffizienzpotenziale finden sich in erster Linie im Bereich der Prozessoptimierung, z. B. der Prozessführung, durch moderne Prozessleitsysteme und Automatisierung und durch methodische Ansätze wie die Zero Loss Management Methode. Im Bereich der mittelständischen Unternehmen (Umsatz rd. 52. Mrd. €) wird das Effizienzsteigerungspotenzial auf 1.800 Mio. (autonom) bzw. 3.400 Mio. € in 2012-15 geschätzt (Datenbasis: Top down-Schätzung gestützt mit Einzelfallbeispielen).

5.2.5 Verlags-, Druckgewerbe, Vervielfältigungen

Aktuelle Produktion und Produktionsaussichten 2015

Im Verlags und Druckgewerbe fallen drei Viertel der aktuellen Produktion auf die Herstellung von Zeitungen und Zeitschriften. Hier rechnet man mittel- bis langfristig mit einer Verschiebung zur "entmaterialisierten" Tages-Zeitung durch verschiedene Formen von Internet-Angeboten; dies ist ein Grund, warum dieser Branche mit lediglich gut einem Prozent Wirtschaftswachstum gerechnet wird. Mit 70 % KMU-Anteil am Bruttoproduktionswert ist die Branche ausgeprägt mittelständisch, die Innovationen werden eher von der Druckmaschinenindustrie gemacht (eigener FuE-Anteil mit 1,4 % gering). Mit knapp 30 % liegen die Personalkostenanteile in dieser Branche höher als die Materialkostenanteile (25,3 %).

Produktionstechnik der Branche und ihre Produkte – Stand und Trends

Die heutige Drucktechnik für Grossauflagen (z.B. Tageszeitung, Illustrierte) basiert heute überwiegend auf dem konventionellen Offset-Verfahren und wird zukünftig immer mehr vom Computer-To-Plate-Verfahren verdrängt (Hartung, 2002). Insgesamt ist die industrielle Herstellung von Druckerzeugnissen in hohem Maße automatisiert. Im Bereich des Zeitungs- und Illustriertenpapiers ist die Altpapierquote mit mehr als 90 % bereits sehr hoch.

Ansatzpunkte zur Verbesserung der Materialeffizienz

Neue Druckmaschinen mit effizienter Technik, Papier mit geringeren Flächengewichten, Mitarbeiterschulung und Umweltbewusstsein der Mitarbeiter bewirken Materialeinsparungen in den Bereichen Wasser (bis zu 50 %), Papier (ca. 3 %); Farbe (5 %) sowie Hilfs- und Betriebsstoffe (5 – 15 %; teilweise bis zu 100 %; LfU, 2002). Darüber hinaus ist die "papierlose" Zeitung im Internet zu beachten. Auch im Büropapierbereich ist langfristig mit einer teilweisen Substitution durch elektronische Medien zu rechnen.

Hemmnisse und förderliche Faktoren zur Steigerung der Materialeffizienz

Der Trend zur bunteren Zeitung / Zeitschrift kompensiert Einsparungen durch pigmentreichere Druckfarben. In kleineren Druckereien fehlen Kenntnisse zur Verminderung der Makulatur und des Hilfsstoffeinsatzes. Die Differenzierung von Printmedien nach Zielgruppen und örtlich kostenlos abgegebene Wochenzeitungen führen zu kleinen Auflagen und entsprechender Makulatur. Andererseits wirken die Konzentration der

Verlage und Druckereien und ein weiterer Trend zu Lohnaufträgen zu größeren einheitlichen Druckproduktionen mit spezifisch geringerer Makulatur.

Fazit für das Gesamtpotenzial der Branche

Die weitere Verminderung der Flächengewichte, der Farb- und Hilfsstoffe betragen in den kommenden 10 Jahren im autonomen technischen Fortschritt vielleicht 3 % (300 Mio. €) und bei politikinduzierter Entwicklung vielleicht 4 bis 5 % (entsprechend 400 bis 500 Mio. €; Datenquelle: Literatur und Internetrecherchen sowie Einzelfallbeispiele). Die Schätzungen sind bei dieser Branche auch deshalb schwierig, weil die Auswirkungen der Konzentrationsprozesse auf Seiten der Verlage und Druckereien bzw. der Zeitungen und Zeitschriften einerseits und der zunehmenden Differenzierung der Printmedien auf die Materialeffizienz andererseits schwer einzuschätzen sind. Zudem ist eine stärkere Nutzung von elektronischen Informationsträgern (mit einem Verzicht auf papierbasierten Kopien oder parallel vertriebenen Printmedien) zeitlich schwer vorherzusehen. Längerfristig könnte das Potenzial merklich höher liegen.

5.2.6 Be- und Verarbeitung von Holz

Aktuelle Produktion und Produktionsaussichten 2015

Die ausgesprochen mittelständische Holzindustrie (76 % des Bruttoproduktionswertes der Branche) beschäftigt fast 100.000 Personen in

- Sägewerken zur Stammholzverarbeitung,
- Produktionsstätten für Furnier-, Sperrholz-, Holzfaser- und Holzspanplatten und
- Betrieben zur Herstellung von Konstruktions- bzw. Fertigbauteilen sowie Ausbauelementen, Verpackungsmittel und Lagerbehälter.

Die Materialkosten liegen mit 46,3 % bzw. über 5 Mrd. bei KMU relativ hoch (Personalkostenanteil: 30 %). Das Produktionswachstum wird zwischen 2002 und 2015 auf insgesamt (unterdurchschnittliche) 20 % geschätzt. Die eigenen FuE-Aufwendungen sind mit 0,6 % am Bruttoproduktionswert sehr gering; die Prozess-Innovationen werden meist von den Maschinenherstellern initiiert.

Produktionstechnik der Branche und ihre Produkte – Stand und Trends

Die verschiedenen Maschinen der Holzver- und -bearbeitung haben relativ lange Re-Investitionszyklen; die Automatisierung ist nur in den Grossbetrieben weit vorangeschritten. Die Holzabfälle werden zum großen Teil thermisch genutzt oder für diese und andere Nutzungszwecke abgegeben, zum Teil werden sie auch kompostiert. Bei der Holzbe- und Verarbeitung werden die Eigenschaften des Ausgangsmaterials (insbesondere das Aussehen der Oberflächen, Position der Astansätze) derzeit in den meisten Fällen nicht systematisch erfasst und keinem elektronisch gesteuerten Planungs- und Produktionsprozess mit minimalem Verschnitt unterworfen – was angesichts des hohen Materialkostenanteils überrascht.

Ansatzpunkte zur Verbesserung der Materialeffizienz

Möglichkeiten zur Steigerung der Materialeffizienz ergeben sich durch die Optimierung der Schnittführung, den Einsatz effizienterer Werkzeuge, die Optimierung der Werk-

zeugstandzeiten, opto-elektronische Fertigungsplanung und -überwachung oder durch die Weiterverwendung von Rest- bzw. Abfallstoffen (z.B. zur Pellet-Produktion). Durch verbesserte Planungsmethoden könnten auch Gewichtseinsparungen (z.B. im Fensterbau) erreicht werden.

Hemmnisse und förderliche Faktoren zur Steigerung der Materialeffizienz

In vielen der kleineren und mittleren Betriebe fehlen die erforderlichen Kenntnisse und herstellerneutrale Informationen über neue, effizientere Fertigungsverfahren und entsprechende Mess- und Regelungstechniken. Tradierte Fertigungsabläufe prägen den Produktionsalltag, die Transaktionskosten für die Entscheidung zu neuen Maschinen sind hoch. Ein zukünftig deutlich höheres Preisniveau für Erdöl und Erdgas (als Ausgangsrohstoffe für Kunststoffe und als Brennstofflieferanten für manche energieintensive Werkstoffe) dürfte die Wettbewerbsposition für Holzprodukte relativ verbessern und damit auch die finanzielle Kraft für Innovationen und Investitionen in mehr Materialeffizienz.

Fazit für das Gesamtpotenzial der Branche

Die Steigerung der Materialeffizienz durch effizientere Holzverarbeitungsprozesse wird auf etwa 5 bis 10 Prozentpunkte in den kommenden zehn Jahren geschätzt (Potenzial: 250 Mio. € (autonom) und etwa 500 Mio. € als politikinduziertes Potenzial bis 2012-15; Datenquelle: Literatur und Internetrecherchen sowie Einzelfallbeispiele, gestützt mit Interviews). Schwer abschätzbar ist die Zukunft des Holzes für den Hausbau von Niedrigenergiehäusern als eine Substitutionsmöglichkeit von konventionellen, energieintensiven Baustoffen.

5.2.7 Medizin-, Mess-, Steuer-, Regelungstechnik und Optik (MMSRO)

Aktuelle Produktion und Produktionsaussichten 2015

Die MMSRO-Industrie ist insgesamt eine der kleineren untersuchten Branchen und in sich sehr heterogen strukturiert (Medizintechnik (33 %), Mess- und Regelgeräte (42 %), industrielle Prozesssteuerung, Optik/Foto sowie die Uhrenherstellung). Fast alle Subbranchen haben eine gute bis überdurchschnittliche Wachstumsdynamik, wobei Wettbewerbsfaktoren wie Produktinnovationen, Kunden- bzw. Patientennutzen und Entwicklungsgeschwindigkeit dominieren. Die Exportquote beträgt etwa 50 %, die Wachstumsaussichten liegen bei 2,8 %/a mit etwas abnehmender Tendenz, und der FuE-Anteil an der Bruttoproduktion liegt bei traumhaften 7,8 Prozent. 55 % der Produktion erwirtschaften KMU. Die Materialkostenanteile liegen mit 32 % gleichauf mit den Personalkostenanteilen.

Produktionstechnik der Branche und ihre Produkte – Stand und Trends

Die Produktionstechniken umfassen viele Techniken der Metall- und Kunststoffverarbeitung, allerdings häufig in sehr kleinen Dimensionen und mit sehr unterschiedlichem Automatisierungsgrad, der sich nach den jeweiligen Stückzahlen richtet. In den meisten Subbranchen ist die Bedeutung neuer Technologien und Materialien sowie Qualitätsaspekte sehr hoch. Diese Prioritäten führen zu geringer Bedeutung von Verschnitt,

Fehlchargen oder anderen Aspekten der Materialeffizienz wie z.B. effizienter Nutzung von Hilfsstoffen.

Ansatzpunkte zur Verbesserung der Materialeffizienz

Bei großen Stückzahlen könnten durch bessere Konstruktion und Produktionsplanung sowie verbesserter Qualitätskontrolle merkliche Materialeffizienzverbesserungen erzielt werden. Überanforderungen an die visuellen Oberflächeneigenschaften könnten durch Kundeninformation und Preisnachlässe bei kleinen optischen Fehlern, wie z.B. in der Porzellanindustrie üblich, abgebaut bzw. die Verschrottung von Neugeräten vermieden werden. Die Kenntnisse für die Aspekte der Materialeffizienz müssten deutlich erweitert werden.

Hemmnisse und förderliche Faktoren zur Steigerung der Materialeffizienz

Die Entwicklung neuer Produkte und Verfahren zur Herstellung derselben steht im Vordergrund des Geschäftsinteresses. Dabei wird insbesondere ein Schwerpunkt auf Produktinnovation und Geschwindigkeit des Markteintritts gelegt. Hinzu kommen eine Überbetonung der visuellen Qualitätsanforderungen von Gehäusen von Mess- und Regelgeräten (vgl. auch Kap. 5.3.2 Oberflächenbehandlung) und die nicht optimierte Nutzung von Hilfsstoffen wie z.B. die Nutzung von Wasser für Reinigungs- und Kühlzwecke. Infolge der speziellen Prioritätensetzung sind die Fachkenntnisse zur Materialeffizienz bei Planungs- und Produktionspersonal relativ gering. – Förderliche Faktoren sind die weiteren Trends der Miniaturisierung der Informations- und Sensortechnik, das vorhandene Interesse an neuen Werkstoffen und Innovationen, gut ausgebildetes Fachpersonal sowie die guten Wachstumsaussichten insbesondere in der Mess- und Regeltechnik sowie der Medizintechnik.

Fazit für das Gesamtpotenzial der Branche

Der materialtechnische Fortschritt ist in dieser Branche wegen der Konzentration der Prioritäten auf Kunden- und Patienteninteressen, Produktinnovation und schnellen Markteintritt kein präferierter Produktionsaspekt. Deshalb wird der autonome materialtechnische Fortschritt mit 400 Mio. € bis 2012-2015 als relativ gering (knapp 4 %) eingeschätzt, und auch ein gezieltes Programm dürfte den Erfolg bis 2015 nicht verdoppeln (Potenzial: 700 Mio. €, Datenquelle: Top down Schätzung gestützt auf Literatur und Internetrecherchen).

5.2.8 Baugewerbe: Hochbau und Ausbaugewerbe

Aktuelle Produktion und Produktionsaussichten 2015

Die wirtschaftliche Entwicklung im gesamten Baubereich ist seit 1994 (wegen der enormen Bautätigkeit nach der Wiedervereinigung in Ostdeutschland) rückläufig, wobei gleichzeitig ein Anstieg der Baumaßnahmen im Wohnungsbestand zu verzeichnen ist. Zukünftig werden neben Sanierungsaufgaben auch verstärkt Rückbaumaßnahmen gesehen. Im Bereich Hochbau und Ausbaugewerbe lagen die Umsätze im Jahr 2002 bei insgesamt 45 Mrd. €. Innovationen gehen im Wesentlichen von der Baumaschinenindustrie und der öffentlich geförderten Bauforschung aus.

Produktionstechnik der Branche und ihre Produkte – Stand und Trends

Bei der Erstellung eines Bauwerkes müssen die unterschiedlichen am Bau beteiligten Gewerke und Wirtschaftszweige möglichst effektiv zusammenwirken. Dafür ist eine entsprechende Vorbereitungsphase nötig, die nicht nur die Entwurfsplanung und Baugenehmigung, sondern auch die Planung der Ausbaugewerke mit einschließt; die Planungsphase sollte (!) vor dem eigentlichen Baubeginn abgeschlossen sein. Zukünftig wird von einem verstärkten Einsatz vorgefertigter Bauteile (z.B. aus Beton, Holz, Ziegeln) ausgegangen.

Ansatzpunkte zur Verbesserung der Materialeffizienz

Ansatzpunkte zur mittel und langfristigen Verbesserung der Materialeffizienz ergeben sich u. a. durch die Reduzierung von Baumängeln, effektivere Planung (z.B. Bildung von Planungsteams, Anwendung photogrammetrischer und opto-elektronischer Verfahren), Einsatz vorgefertigter Bauteile bis hin zu "recyclingfreundlichen" Bauwerken. Eine Mindestsprachfertigkeit der am Bau Beteiligten ist verbesserungsbedürftig, um das Know-how und das Verständnis für Zusammenhänge zu optimieren.

Hemmnisse und förderliche Faktoren zur Steigerung der Materialeffizienz

Oftmals verhindern unrealistische Zeitvorgaben eine sorgfältige Planung; ferner ist zu beachten, dass die Architektenhonorare mit der Komplexität des Bauwerks steigen– entsprechen würden "einfachere" Gebäude mit vorgefertigten Standardbauteilen das Honorar schmälern. Der Rückgang der Investitionen im Baubereich bei gleichzeitigem Anstieg des Angebots ausländischer kostengünstigerer Arbeitskräfte bewirkt eine hohe Arbeitslosigkeit deutscher Bauarbeiter und ein Anwachsen der Schattenwirtschaft. Dieser "vertragliche Graubereich" ermöglicht ein hohes – wenig quantifizierbares Maß an "Pfusch am Bau" und entsprechenden Materialverlusten. Weitere Faktoren für unsachgemäße Bauleistungen ergeben sich durch Kommunikationsprobleme beim Einsatz nicht deutschsprachiger Arbeitskräften.

Bessere Kontrolle bewirkt höhere Qualität; dies kann durch mehr Transparenz für Bauherrn (z.B. herstellerneutrale Informationen, einheitliche Gebäudepässe bzw. Gütesiegel) erreicht werden. Ferner kann durch effektives Baustoff-Recycling (kein Down-Cycling!) ein wichtiger Beitrag zur Steigerung der Materialeffizienz geleistet werden.

Fazit für das Gesamtpotenzial der Branche

Das monetäre Schadenspotenzial durch Baumängel im Hoch- und Ausbaugewerbe wird auf 1,35 Mrd. € geschätzt (Dialog Bauqualität, 2002). Würden durch gezielte Maßnahmen zur Verbesserung der Bauqualität nur 10 % bis 15 % eingespart, ergibt sich ein Volumen in der Größenordnung von 150 Mio. €. Das Sparpotenzial durch optimale Planung "bis zum letzten Detail" wird auf bis zu 30 % geschätzt. Bei einem gesamten Materialwert im Hoch- und Ausbaugewerbe in Höhe von 12,5 Mrd. (in 2002) würde eine 30 %-ige Einsparung zu einem Volumen von 3,8 Mrd. €. führen; von diesem theoretischen Potenzial erscheinen 30% also ca. 1,2 Mrd. € innerhalb der nächsten 10 Jahre realisierbar (Potenzial ohne jegliche Maßnahmen: rund 0,2 Mrd. €; Datenquellen: Literatur- und Internetrecherchen, Einzelfallbeispiele, Interviews).

5.2.9 Herstellung von Waren aus Papier und Karton

Aktuelle Produktion und Produktionsaussichten 2015

Die Herstellung von Waren aus Papier und Karton (z.B. Verpackungsmittel, Wellpappe, Haushalts- Hygieneartikel, Schreib- und Bürobedarf, Tapeten) erreichte in 2002 ein Brutto-Produktionswert von 18 Mrd. € und verbuchte einen relativ hohen Materialaufwand in Höhe von 7 Mrd. €. Der Anteil von kleinen und mittleren Untenehmen (KMU) liegt bei 55 %. Der jährliche Produktionszuwachs bis 2015 wird auf über 2 % - mit abnehmender Tendenz - geschätzt. Einflussfaktoren hierfür sind zunehmender Internethandel sowie die Produktion von Getränkekartons.

Produktionstechnik der Branche und ihre Produkte – Stand und Trends

Bei der Herstellung von Verpackung besteht ein Trend zu digitalen, integrierten Verpackungsanlagen, in denen gleichzeitig gedruckt, gestanzt, geformt, gefüllt und verschlossen wird. Die Maschinen zur Wellpappenherstellung und die Stanzmaschinen werden zunehmend elektronisch gesteuert, inzwischen auch in den kleineren Betrieben.

Ansatzpunkte zur Verbesserung der Materialeffizienz

Potenziale zur Steigerung der Materialeffizienz bestehen u.a. durch die Reduzierung von Verschnitt mittels CAD-Entwurfsprogrammen für die Erstellung von Schnitt- und Stanzmustern sowie durch die Herstellung von Wellpappen mit bis zu 30% geringerem Flächengewicht bei gleicher Festigkeit ("Mikro-Wellen").

Hemmnisse und förderliche Faktoren zur Steigerung der Materialeffizienz

Das (oft mangelhafte) Wissen über neu, materialeffizientere Verfahren könnte durch gezielte Aufklärung bzw. Motivation innerhalb der Branche z.B. Branchen-Netzwerke verbessert werden; hierbei sollte eine systematische Auswertung von Erfindungen und Innovationen erfolgen. Förderlich ist ein relativ intensiver Wettbewerb unter den Herstellern, der auf der Suche nach Kostenreduktionen auf die Frage der Verminderung von Verschnitt und leichtere Kartons bei gleichen mechanischen Eigenschaften führt.

Fazit für das Gesamtpotenzial der Branche

Das langfristig erzielbare Materialeffizienzpotenzial wird auf 3 bis 4% des Materialeinsatzes – entsprechend 200 bis 300 Mio. € geschätzt. Hierbei ist auch zu beachten, dass beispielsweise die durchschnittliche flächenbezogene Masse der Wellpappe früher bei 502 g/m² lag, bis zum Jahr 1988 auf einen relative hohen Durchschnittswert von 563 g/m² stieg, um dann bis heute auf ein spezifisches Gewicht von 529 g/m² zurückzugehen. Diese Entwicklung offenbart hohe Materialeinsparpotenziale, die jedoch im Zusammenhang mit Kundenwünschen und der Verarbeitung höherer Anteile kurzfasriger Altpapieranteile zu sehen sind (Potenzial: 300 Mio. €, Datenquelle: Top down Schätzung, gestützt auf Gespräche mit Branchenkennern sowie Literatur- und Internetrecherchen).

5.3 Ergebnisse aus den Querschnittstechnologien

Querschnittstechnologien werden hier als solche Techniken der Materialeffizienz und der Materialsubstitution verstanden, die in mehreren Branchen in vergleichbarer Form anwendbar sind, aber nicht notwendiger Weise in allen Branchen. Beispielsweise mögen Kühl- und Schmieröle in vielen Branchen der Metallverarbeitung von Bedeutung sein, nicht aber in prozessorientierten Branchen (wie z.B. die Kunststoff oder Chemische Industrie). Die Materialeffizienzpotenziale durch Querschnittstechnologien und -methoden sind in den o. g. Potenzialen der neun Branchen enthalten. Substitutionen von Materialien werden in der Regel hier als Querschnittstechnik behandelt (vgl. Kap. 5.3.7).

5.3.1 Opto-elektronische Produktionsoptimierung

Aktuelle Anwendung und Anwendungsaussichten 2015

Zur Verbesserung der Materialeffizienz vermessen opto-elektronische Messverfahren zunächst Formen und Eigenschaften von Ausgangsmaterialien (z.B. Holz, Metalle) oder von Anwendungsflächen (z.B. Gebäudefassaden), um bei der Bearbeitung des Ausgangsmaterials möglichst wenig Verschnitt zu haben (Simulation) und/oder für die Anwendungsflächen eine möglichst kostengünstige Arbeits- bzw. Produktionsvorbereitung sowie Planung und kurze Installationszeiten zu erzielen. Der Hintergrund dieser technischen Entwicklung ist einmal auf die Digitalisierung von optischen Bildern zurückzuführen, egal mit welchem optischen Verfahren (z.B. Photographie, Laser, Infrarot, Ultraschall oder Röntgen). Damit werden sie mittels PC schnell verarbeitbar.

Ansatzpunkte zur Verbesserung der Materialeffizienz

Die opto-elektronischen Verfahren breiten ihre Anwendung zur Materialeffizienz in vielen Branchen des Verarbeitenden Gewerbes und des Baugewerbe aus: beispielsweise die Photogrammetrie und Vermessungstechnik zur Erfassung von Oberflächen von Gebäuden und anderen Bauwerken, bei der Glasindustrie zur automatischen Qualitätskontrolle, im Maschinenbau zur optischen Echtzeit 3D-Inspektion kleiner Drehteile, in der Papierindustrie zur Prozessüberwachung bei hohen Bahngeschwindigkeiten, in der Holzindustrie zur Optimierung der Schnittführung oder zur Überwachung der Schneidwerkzeuge (Standzeitenerhöhung), im Fahrzeugbau zur 100 %-Qualitätskontrolle, in der Textilindustrie zur Echtzeitkontrolle von gemusterter textiler Ware, in der Lederverarbeitung zur optoelektronische Optimierung des Zuschnitts oder bei der Herstellung elektronischer Bauteile zur 100 % Kontrolle von Toleranzen und Geometrien.

Hemmnisse und förderliche Faktoren zur Steigerung der Materialeffizienz

Oft stellt die Einbindung in MS-EDV-Systeme ein sowohl personelles wie technisches Problem dar; die erforderlichen Kenntnisse des Planungspersonals sind insbesondere in KMU nicht vorhanden, für die Einbindung bedarf es offener Betriebssysteme (Linux) als kostengünstige Lösung.

Fazit für das Gesamtpotenzial der Querschnittstechnologie

Insgesamt sind die opto-elektronischen Verfahren für die Minimierung von Verschnitt und die Erhöhung von Qualitäten in den bearbeitenden Branchen von Flächenwerkstoffen von außerordentlichem Interesse (Potenzial 2012-2015: einige Mrd. € Materialeinsparung).

5.3.2 Oberflächenbehandlung mit Lackschichten

Aktuelle Anwendung und Anwendungsaussichten 2015

Derzeit werden Industrielacke im Bereich der Fahrzeugindustrie, des Maschinen- und Anlagenbaus sowie der Konsumgüterindustrie in der Größenordnung von fast 500 Mio. t p. a. und Bautenanstrichmittel von ca. 1000 Mio. t pro Jahr verarbeitet. Die Lackiertechnik unterliegt seit Jahren einem erheblichen technologischen Wandel: zum einen handelt es sich um Veränderung der Lösemittel ("Wasserlacksysteme) und zum anderen um die Pulverlackierung. Hinzu kommen seit jüngerer Zeit Lacksysteme auf Basis der Nanotechnik, die bzgl. der Lackmenge eine deutliche Materialeinsparung bedeutet (Faktor drei bis vier).

Ansatzpunkte zur Verbesserung der Materialeffizienz bei Lackierverfahren

Es gibt zwei zentrale Ansatzpunkte zur Verbesserung der Materialeffizienz bei der Oberflächenbehandlung durch Lackieren: Einmal durch Vermeidung von fehlerhaft lackierten Produkten (Reduzierung der Ausschussquote von 5 – 35%) und Erhöhung des Lackierauftragungswirkungsgrades durch Verminderung des Overspray (z.T. weit unter 60 %). In bestimmten Anwendungsfällen mit besonderen Anforderungen an die Oberflächen sind zunehmend auch nannotechnik-basierte Lacke eine Option.

Hemmnisse und förderliche Faktoren zur Steigerung der Materialeffizienz

Die allgemeinen Hemmnisse, die einer Steigerung der Materialeffizienz bei Lackierprozessen entgegenstehen sind mangelhafte Informationen über materialeffiziente Verfahren und mangelhafte Ausbildung des Lackierpersonals, aber auch unzureichende innerbetriebliche Kommunikation (zwischen Konstruktion und Lackiererei). Verstärkend kommt hinzu, dass Forschung und Verfahrensentwicklung im Bereich Lacke und Farben vorwiegend von den Produzenten betrieben wird (ca. 5% des Umsatzes), die ein primäres Interesse am Verkauf ihrer Produkte und nicht an der Einsparung des Materialverbrauchs bei den Verarbeitern haben. Hier könnte eine verkaufsunabhängige Beratung der Verarbeiter wichtige Impulse zur Steigerung der Materialeffizienz liefern.

Fazit für das Gesamtpotenzial der Oberflächenbehandlung

Die niedrigen Lackauftragungswirkungsgrade, die zu erheblichen Materialverlusten führen, sowie insbesondere fehlerhaft lackierte relativ wertvolle Teile mit Fehlquoten zwischen 3 und 35 % lassen auf erhebliche Potenziale zur Steigerung der Materialeffizienz schließen, die in den nächsten 10 Jahren durchaus die Mrd. € -Grenze erreichen können.

5.3.3 Altölwiederverwertung durch Refining

Aktuelle Produktion und Produktionsaussichten 2015

Der Verbrauch von Schmierstoffen in Deutschland lag in den letzten Jahren bei 1,1 Mio. t. Im Jahr 2004 konnte aus recycelten Schmierstoffen ca. 320.000 t Zweitraffinat hergestellt werden, darunter ca.100.000 t Basisöle und neue Schmierstoffe. Der Anteil synthetischer Öle an den in Deutschland verwendeten Schmierstoffen betrug 2004 etwa 10 %; dieser Anteil könnte bis zum Jahr 2015 auf ca. 30 % steigen, vor allem im Segment Motorenöle.

Produktionstechnik der Branche und ihre Produkte – Stand und Trends

Beim Altölrecycling z.B. mittels Dünnschicht- oder Totalverdampfung können wertvolle Komponenten des Altöls zurück gewonnen werden. Um den gestiegenen Anforderungen an Schmierstoffe (höhere Temperaturen und Drücke, geringerer Schwefel-, Phosphor und Aromatengehalt, längeren Laufzeiten und höhere Leistungsdichten) zu entsprechen, wurden in den vergangenen Jahren neue Refining-Verfahren entwickelt und entsprechende Anlagen gebaut.

Ansatzpunkte zur Verbesserung der Materialeffizienz

Die Schmierstoffwirtschaft und der Motorenbau entwickeln Schmieröle mit zunehmenden Lebensdauern ("life time fill"); dies wird durch einen wachsenden synthetischer Anteile und spezielle Additive erreicht. Diese synthetischen Verbindungen bleiben bei der Nutzung in den Motoren erhalten und können vollständig beim Refining zurück gewonnen werden. Eine schnelle Verbesserung der Materialeffizienz wäre durch höheres Recycling möglich, weil die entsprechenden Verfahren und Kapazitäten nunmehr bereitstehen; allerdings stehen die unten beschriebenen Hemmnisse einer Verdopplung dieses Stoffkreislaufes derzeit entgegen.

Hemmnisse und förderliche Faktoren zur Steigerung der Materialeffizienz

Derzeit wird von vielen Betrieben die Verbrennung von Altöl (ca. 140 000 t/a) bevorzugt, weil als Brennstoff eingesetzte Altöle in Deutschland und europaweit von der Mineralölsteuer befreit sind und somit ein Wettbewerbsvorteil der Altöle gegenüber Heizölen als Brennstoff besteht. Dies ist materialwirtschaftlich ineffizient, weil eine mindestens doppelt so hohe Menge an synthetischen Ölen im Nutzungskreislauf gefahren werden könnte. Um dieses Potenzial der verbesserten Material- und Rohstoffnutzung zu realisieren, müsste die Mineralölsteuerbefreiung bei Altölen aufgehoben gestoppt werden. Außerdem müsste das Vollzugsdefizit bei der Durchsetzung des Aufbereitungsvorrangs der Altölverordnung beseitigt werden.

Fazit für das Gesamtpotenzial der Altölwiederverwertung

Die derzeit rückgewonnene Mengen an Basisölen von 100 000 t jährlich könnten kurzfristig, nur abhängig von der Altölanlieferung durch Nichtverbrennen der Altöle, verdoppelt werden. Die technischen Trends erleichtern das Recycling aus drei Gründen (höhere Anteile synthetischer Öle in den Schmierstoffen, verbesserte Verfahrenstechnik, höhere Ausbeute). Dieser Gewinn an Materialeffizienz entspricht einem Wert von 30 Mio. € pro Jahr bei den Raffinerien und ca. 75 Mio. € bei den Schmierstoffherstellern, führt zu einer teilweisen Abkopplung von den Preisschwankungen des Erdöls und

belastet die Umwelt und das Klima um einen Faktor zwei weniger als die Verbrennung des Altöls.

5.3.4 Wassereinsparung und -sekundärnutzung bzw. -kreislaufführung

Aktuelle Anwendung und Anwendungsaussichten 2015

Zum Schutz der Gewässer sind verschiedene gesetzgeberische Maßnahmen ergriffen worden. Regelwerke geben Erlaubniswerte für die Konzentration der Schadstoffe an, die in Industrieabwässern zulässig sind. Auf der Grundlage des Abwasserabgaben-Gesetzes müssen Einleiter eine Abwasserabgabe zahlen, deren Höhe sich nach der Schädlichkeit des eingeleiteten Abwassers richtet und so einen Anreiz bietet, die Schädlichkeit der Abwässer durch Vermeidungsmaßnahmen, z.B. Abwasserbehandlung sowie Einführung abwasserarmer oder abwasserloser Produktionsverfahren, zu vermindern. Das Aufkommen der Abwasserabgabe ist für Maßnahmen, die der Erhaltung oder Verbesserung der Gewässergüte dienen, zweckgebunden. Dieses Gesetz hat bei vielen Betrieben der Industrie zu einer starken Einsparung von Wasser geführt, da das Wasser meist so gut aufbereitet wird, das es betriebsintern weitergenutzt werden kann, sofern nicht ganz auf wasserfreie Produktionsverfahren umgestellt wurde.

Ansatzpunkte zur Verbesserung der Materialeffizienz

Erfahrungen zeigen, dass bei KMU noch ein erhebliches Potenzial der Wassereinsparung durch neue Prozesse oder Sekundärwasserkreisläufe besteht. Gegenwärtig in Entwicklung sind beispielsweise physikalische Verfahren, welche die nasschemischen Verfahren wegen hoher Kosten, Betriebsmaterial und Schlammanfall ablösen werden. Eine Reduktion der Frisch-Wassermenge kann erreicht werden durch Regenwasser- oder Grauwassernutzung sowie geschlossener Kreisläufe bei Kühlwasser und Produktionsabwässern. Bei letzteren müssen die sich anreichernden Abwasserinhaltsstoffe aus dem Abwasser entfernt werden. Diese können in reiner Form häufig wieder dem Produktionsprozess zuführen werden und reduzieren so auch deren Materialeinsatz (z.B. Salze, synthetische Schlichten). Eine andere Möglichkeit liegt in der Verfahrensumstellungen auf (ab-) wasserarme oder -freie Verfahren.

Hemmnisse und förderliche Faktoren zur Steigerung der Materialeffizienz

Einige Verfahren werden wegen ihrer hohen Betriebskosten trotz verfahrenstechnischer Vorteile wegen mangelnder Kenntnisse oder Einschätzungsmöglichkeiten von Risiken bisher nur in wenigen Bereichen eingesetzt. Hier ist eine Weiterentwicklung mit dem Ziel der Kostenreduktion erforderlich. Biologische Verfahren sind sehr effizient, benötigen aber bestimmte Randbedingungen. Neue physikalische Verfahren sind jedoch in Entwicklung, die den bisher eingesetzten Verfahren meist überlegen sind und sich aufgrund der Abwassergesetzgebung schnell durchsetzen könnten. Teilweise lassen sich verfahrenstechnisch und ökologisch sinnvolle Problemlösungen aufgrund genehmigungsrechtlicher Unklarheiten nicht umsetzen.

Fazit für das Gesamtpotenzial der Wassereinsparung

Trotz bereits großer Erfolge bei der Reduktion des Frischwasserbedarfs aufgrund der Gesetzgebung lassen durch noch in der Entwicklung befindliche neue Verfahren sowie

durch eine weitere Unterstützung der Marktdiffusion, vor allem bei KMU, noch große Potenziale erschließen. In vielen Fällen kann der Frischwasserbedarf halbiert werden, sofern nicht – in manchen Anwendungen - sogar ein vollständiger Verzicht erreicht werden kann.

5.3.5 Tribologische Neuerungen (Lebenszeitverlängerung und Vermeidung von Betriebsunterbrechungen)

Aktuelle Anwendungen und Anwendungsaussichten 2015

Die Tribologie umfasst die Gebiete Reibung, Verschleiß und Schmierung. Sie zielt auf die funktionelle, ökonomische und ökologische Optimierung von Bewegungssystemen ab. Die Umsetzung tribologischen Wissens führt zur Minderung von Verschleiß und Optimierung von Reibungsbedingungen. Die Betriebssicherheit von Maschinen und Anlagen wird erhöht, Produktionskosten werden reduziert, Ressourcen geschont, Energie gespart und Emissionen gemindert. Die Anwendung der Tribologie in der Technik erstreckt sich auf alle Bereiche der Entwicklung, Konstruktion, Fertigung und Instandhaltung mechanischer Bewegungssysteme in den verschiedenen Industriezweigen und Wirtschaftsbereichen. Die Fortschritte der Tribologie wurden auch durch das Aufkommen zunehmend präziserer technischer Werkzeuge für die Analyse und Bearbeitung von Werkstoffen ermöglicht, insbesondere was das Auftragen dünner Schichten und die Formulierung von Schmiermitteln anbelangt: Elektronenmikroskopie, Rastertunneloptik, Röntgenstrahlung, Spektrographie, Hochenergieplasma, Laserbündel, Ionen-, Neutronenstrahlung usw. sind wichtige Messverfahren zur Identifikation verbesserter tribologischer Eigenschaften.

Ansatzpunkte zur Verbesserung der Materialeffizienz

Durch Kenntnisse aus der Tribologie und neue Materialien, z.B. durch Keramiken oder spezielle Oberflächenschichten, teilweise auf Basis von Nanoschichten, können die Standzeiten von Werkzeugen für die Metallbearbeitung deutlich erhöht werden und gleichzeitig häufig auf die Verwendung von Kühlschmierstoffen verzichtet werden. Allein die direkt oder indirekt mit Schmiermitteln in Zusammenhang stehenden Kosten werden in der Automobilindustrie auf rund 20 % der gesamten Metallbearbeitungskosten geschätzt. Zusätzlich kann die Nutzungsdauer von Lagern in Maschinen und Anlagen aufgrund der Erkenntnisse der Tribologie deutlich erhöht werden und damit die Wartungskosten gesenkt und die Maschinenverfügbarkeit erhöht werden. Dies kann zu einer längeren Anlagennutzungsdauer und somit indirekt zu einer Materialeinsparung führen.

Hemmnisse und förderliche Faktoren zur Steigerung der Materialeffizienz

Reibung und Verschleiß sind aufgrund hochkomplexer Zusammenhänge zwischen einer Vielzahl von Einflussparametern nicht als reine Materialeigenschaften anzusehen, sondern als Systemeigenschaften. Dies erschwert den Transfer neuer Erkenntnisse der Forschung in die Praxis, sei es Maschinenhersteller oder Anwender, deutlich, insbesondere in KMU. Allerdings fördern neue Entwicklungen in Messtechnik und Nanotechnik die Forschung und neue technische Lösungen. Zahlreiche Institute arbeiten, zum Teil in Sonderforschungsbereichen der DFG und in großen Netzwerken mit EU-Förderung, an verschiedenen Themen der Tribologie. Auf Industrieseite gehen wichtige Impulse von den Herstellern von Computer-Festplattenlaufwerken aus. Die anwen-

dungsnahe Industrieforschung sowie die Transfereinrichtungen haben sich ebenfalls des Themas angenommen.

Fazit für das Gesamtpotenzial der tribologischen Neuerungen

Durch Reibung und Verschleiß entstehen den jeweiligen Volkswirtschaften der Industrieländer jährliche Verluste in Höhe von etwa 5 % des Bruttosozialproduktes; das bedeutet für Deutschland ca. 35 Milliarden EUR/Jahr. Durch Umsetzen des bereits vorhandenen tribologischen Wissens könnten davon geschätzte 4 bis 5 Milliarden €/ar eingespart werden. Durch weitere tribologische Forschung und einen besser organisierten Wissenstransfer könnte dieses Sparpotenzial der kommenden 10 Jahre noch merklich gesteigert werden.

5.3.6 Lebensdauerverlängerung und leichteres Produktdesign durch Anwendung von Optimierungslösungen der Natur

Aktuelle Anwendungen der Simulation biologischer Prozesse

Die Simulationsmethoden ermöglichen für sehr unterschiedliche Bauteile Materialeinsparungen und Lebensdauerverlängerungen, in dem sie Optimierungslösungen nachahmen, wie sie die Natur (Wachstum von Bäumen und Knochen) als Evolutionsergebnis praktiziert. Dabei wird einerseits in unterbelasteten Bereichen der Materialaufwand erheblich reduziert, andererseits werden Kerbkonturen in Bauteilen so verändert, dass Spannungsspitzen drastisch reduziert werden und damit die Haltbarkeit der Teile erheblich verbessert wird. Der industrielle Einsatz dieser Methoden konzentriert sich bislang vorwiegend auf die Automobilindustrie. Einfachere, kostengünstige Rechenverfahren und die Beseitigung von Kenntnisdefiziten bieten für die nächsten 10 Jahre ein breites Einsatzpotenzial bei KMU, da die Methoden sehr universell anwendbar sind.

Ansatzpunkte zur Verbesserung der Materialeffizienz

Optimierte Spezialschrauben, gekerbte Wellen oder tragende Bauteile sind technisch verwirklichte Beispiele dafür, dass durch Reduktion der Kerbspannungen in den gefährdeten Bereichen Verlängerungen der Lebensdauer um den Faktor 10, in besonderen Fällen auch um den Faktor 100 erreicht werden können. Bei Gussteilen im Automobilbau ist durch die Simulationsmethoden eine Gewichtsreduktion um mindestens 15 %, im dargestellten Beispiel sogar um fast 30 % zu erreichen. Der wesentliche Vorteil der Methoden liegt darin, dass beliebige lasttragende Strukturen gleichzeitig im Hinblick auf Materialeinsparung bei der Herstellung, vermindertes Gewicht bei Fahrzeigen und Lebensdauerverlängerung optimiert werden können. Die universelle Anwendbarkeit der Methode eröffnet breite Anwendungschancen in einer Vielzahl von Branchen: Bei den Automobilherstellern und deren Zulieferern, im Maschinenbau und der Elektroindustrie, in der Chemischen Industrie/ Anlagenbau (Behälter), in der Kunststoff- und Holzverarbeitung, in der Medizintechnik sowie im Stahlbau.

Hemmnisse und förderliche Faktoren für die Anwendung

Diese kombinierte Zielsetzung von Materialeinsparung und Lebensdauerverlängerung erfordert allerdings heute noch einen erheblichen Rechenaufwand und verursacht zudem hohe Soft-Ware-Kosten. Kostengünstigere Rechenmethoden sind derzeit in Entwicklung. Für das Anwendungsfeld der ausschließlichen Lebensdauerverlängerung ist

ein kostengünstiges Rechenverfahren bereits verfügbar, das annähernd die Ergebnisse der aufwändigen Computersimulation erreicht. Eine wesentliche Voraussetzung für eine breitere Anwendung in KMU ist die Beseitigung von Kenntnisdefiziten in den genannten Branchen hinsichtlich der Leistungsfähigkeit der Methoden sowie die Bereitschaft von Konstruktion und Produktion, sich die neuen Erkenntnisse nutzbar zu machen.

Fazit für das Einsatzpotenzial der Optimierungsmethoden für den Leichtbau und die Lebensdauerverlängerung

Wegen der großen Effekte im Hinblick auf Lebensdauerverlängerung und Materialeinsparung und aufgrund der universellen Anwendbarkeit besitzen die dargestellten Methoden ein hohes Potenzial für eine breite Anwendung in unterschiedlichen Branchen der Investitionsgüterindustrie, wobei eine Größenordnung von einer Mrd. € bis zum Jahre 2015 erreichbar erscheint. Wesentliche Voraussetzungen hierfür sind die Verbesserung des Kenntnisstandes über die Leistungsfähigkeit der Methoden und die Realisierung kostengünstigerer Rechenverfahren und vereinfachter Näherungsberechnungsmethoden.

5.3.7 Werkstoffsubstitution

Neue Materialien bzw. Materialeigenschaften können nur anforderungsorientiert entwickelt werden. Sie müssen von vornherein einen ganzheitlichen Ansatz aller nachfolgenden Aspekte der Verarbeitung einbeziehen, von der optimalen Materialausnutzung, dem optimalen Materialmix, über angepasste Konstruktions-, Fertigungs-, Montage- und Recyclingprozesse bis hin zum Energieverbrauch über die Lebensdauer. Nur dadurch können maximale Kosten-, Gewichts- und Energieeinsparungen erzielt werden. Die Kombination aus stofflichen und konstruktiven Innovationen führt zu systemoptimierten Bauteilkonzepten und -strukturen. Werkstoffseitige Schwerpunkte liegen auf der Entwicklung und Ertüchtigung von maßgeschneiderten Materialkompositionen mit Metallen, Keramiken, Werkstoffverbünden, Sandwichwerkstoffen und Beschichtungen.

5.3.7.1 Substitution von metallischen Werkstoffen

Aktuelle Anwendung und Anwendungsaussichten 2015

In Deutschland gibt es gegenwärtig mehr als 2.000 Stahlsorten. Etwa die Hälfte ist in den letzten fünf Jahren erneuert worden, um noch besser die technischen Anforderungen des Marktes zu treffen. Die Zahl der unlegierten und legierten Edelstähle hat deutlich zugenommen, um mit entsprechenden Eigenschaften bzw. Legierungsmitteln die Kundenwünsche erfüllen zu können. Insgesamt spezialisiert sich die Stahlindustrie auf qualitativ hochwertige Stahlgüten.

Auf der anderen Seite sind in einer Reihe von Anwendungsgebieten seit geraumer Zeit Werkstoffsubstitutionen zu beobachten, die den Einsatz von zum Stahl alternativen Werkstoffen favorisieren. Für die einzelnen Anwendungsgebiete sind völlig unterschiedliche Kriterien zur Werkstoffwahl von Bedeutung, abhängig auch von den jeweiligen Bauteilen. Zunehmend werden jene Werkstoffe verwendet, die für die entspre-

chende Anwendung eine optimale Lösung darstellen bzw. die eine spürbare Mehrleistung gegenüber dem konventionellen Lösungsweg bieten.

Ansatzpunkte zur Verbesserung der Materialeffizienz

Forschungsarbeiten zur Verbesserung der Eigenschaften metallischer Materialien, z. B. an intermetallischen Legierungen, Schaummetallen, Hohlkugelmaterialien, hochfeste Stähle, Hartmetalle und optimierten Verbundwerkstoffen sowie die Entwicklung neuer Fertigungstechniken, wie z. B. Tailored Blanks, Innenhochdruckumformung, Near-Net-Shape-Verfahren und strahlbasierte Fügeverfahren zeigen das enorme Entwicklungs- und Verbesserungspotenzial auf.

Hemmnisse und förderliche Faktoren zur Steigerung der Materialeffizienz

Werkstoffe stehen unter einem ständigen Wettbewerb untereinander. Insbesondere die Konkurrenz zwischen Stahl, Aluminium und Kunststoffen treibt die Entwicklung neuer Materialien und der entsprechenden Fertigungsverfahren. Teilweise werden diese durch Preisauslobungen für besonders innovative Anwendungen wie z.B. der Stahl-Innovationspreis publikumswirksam bekannt gemacht. Trotzdem bleibt das alte Problem der KMU bestehen, die nicht die Zeit und das entsprechend qualifizierte Personal haben, derartige Neuerungen schnell aufzugreifen und umzusetzen.

Fazit für das Gesamtpotenzial der Werkstoffsubstitution

Die großen Fortschritte bei der Entwicklung neuer und den Anforderungen angepasster Metalle sowie die besonders bei vielen KMU noch nicht umgesetzten möglichen Substitutionen im Bereich der Metalle lassen auch weiterhin ein großes Potenzial zu mehr Materialeffizienz erwarten, das durch verstärktes FuE sowie eine stärkere Förderung der Marktdurchdringung bei KMU mit Hilfe politischer Förderung noch deutlich gesteigert werden kann. Wegen der Komplexität der Metallsubstitutionen in den verschiedenen Anwendungen war eine Schätzung des Effizienzgewinns durch Materialsubstitutionen von Metallen nicht möglich.

5.3.7.2 Substitution von Baustoffen

Abfallaufkommen im Baugewerbe

Der Materialumsatz durch Bau- und Abbrucharbeiten liegt bei einer Viertel Milliarde Tonnen, bestehend aus Bodenaushub, Bauschutt, Straßenaufbruch und Baustellenabfällen. Der Anteil von Betonbruch lag im Jahr 1998 bei 30 Mio. t; bis 2020 ist mit einem Betonbruchaufkommen in Höhe von 105 Mio. t (davon 90 Mio. t aus Gebäuden) zu rechnen.

Wiederverwertung von RC-Baustoffen

Im Jahr 2000 wurden ca. 61 Mio. t Recycling-Baustoffe im Straßenbau (fast 70 %) und Erdbau (fast 20 %) eingesetzt. Als Betonzuschlag wurden fast 2 Mio. t (entsprechend 3 %) wiederverwertet. Bis zum Jahr 2010 wird ein Aufnahmepotenzial für Recyclingbeton als Betonzuschlag von 16 bis 26 Mio. t geschätzt.

Ansatzpunkte zur Verbesserung der Recyclingfähigkeit

Zukünftige Neubauten sollten "recycling-freundlich" sein; d.h. bereits in der Planung sollte die spätere Entsorgung und mögliche Optionen des Materialrecycling integriert werden. Insbesondere bei Stahlbeton ist dabei der stromintensive Shredderprozess zu beachten.

5.3.8 Produktgestaltung und Ressourcenmanagement

Die im Folgenden beschriebenen Methoden der Identifikation von Materialeffizienzpotenzialen führen entweder zu investiven Maßnahmen, wie sie in den vorangegangenen Kapiteln beschrieben wurden, oder zu organisatorischen Maßnahmen, die Materialverluste vermeiden und die betrachteten Prozesse weiter optimieren.

Aktuelle Anwendung und Ansatzpunkte zur Verbesserung der Materialeffizienz

Zur Steigerung der Materialeffizienz in produzierenden Unternehmen gibt es einen großen, weitgehend unübersichtlichen Methodenmix. Schaut man sich die einzelnen Methoden jedoch im genauer im Detail an, so lassen sich zwei wesentliche Grundprinzipien herausarbeiten. So kann man bereits beim Produktdesign bzw. bei der Produktentwicklung ganz zu Beginn des Entwicklungsprozesses neben Kunden- und Eigenschaftsanforderungen gezielt auch Materialeffizienzkriterien in das Pflichtenheft aufnehmen. Dieser Ansatz wird beispielsweise als *Design-to-Cost* Methode bezeichnet. Moderne Varianten berücksichtigen auch das sog. *Life-Cycle-Management*, d. h., bereits in der Designphase wird die zukünftige Verwendung bis hin zum Recycling bzw. zur Verwertung konstruktiv eingebracht und berücksichtigt.

Daneben gibt es eine zweite *Zero Loss Management* Methode (vgl. Tabelle 5-3). Im Unterschied zur Design-to-Cost Methode liegt der Fokus auf der Optimierung bestehender Produktions- und Fertigungsprozesse unter Berücksichtigung der gesamten relevanten Vorleistungskette (Supply Chain).

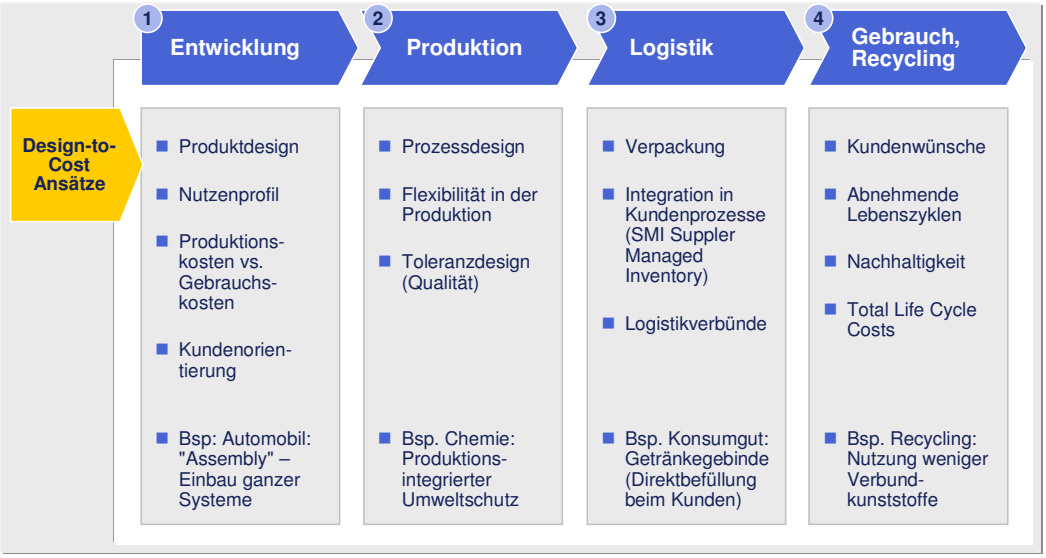
Tabelle 5-3: Merkmale der ausgewählten Methoden zur Identifikation von Möglichkeiten verbesserter Materialnutzung in Betrieben

Design-To-Cost (Life Cycle Management)	Zero Loss Management (Fokus Material & Energie)
■ Setzt in der Entwicklungsphase an	■ Setzt bei etablierten Prozessen an
■ Oft Fokus auf Energie- und Prozesskosten	■ Beleuchtet die gesamte Supply Chain
■ Interaktiv, Einbindung von Kunden, Märkten, Technologien, Forschung	■ Interdisziplinär, Fokus im eigenen Unternehmen
■ Einbindung von Lieferanten und Kunden	■ Mittlere Komplexität
■ Hohe Komplexität	■ Regelmäßig hohes Einsparpotenzial
■ Potenziell sehr hohes Einsparpotenzial	■ Kapitalrückflusszeit kurzfristig
■ Kapitalrückflusszeit mittelfristig	

5.3.8.1 Das Beispiel: Design-to-Cost Methode

Die Design-to-Cost Methode betrachtet sowohl das Produktdesign als auch die Auswirkungen von Designmerkmalen auf die gesamte relevante Wertschöpfungskette (vgl. Tabelle 5-4). So können am Produkt selbst bereits signifikante Materialeinsparungen realisiert, darüber hinaus können weitere Effizienzpotenziale beispielsweise im Produktionsprozess, in der Logistikkette bis hin zum Recycling identifiziert und berücksichtigt werden.

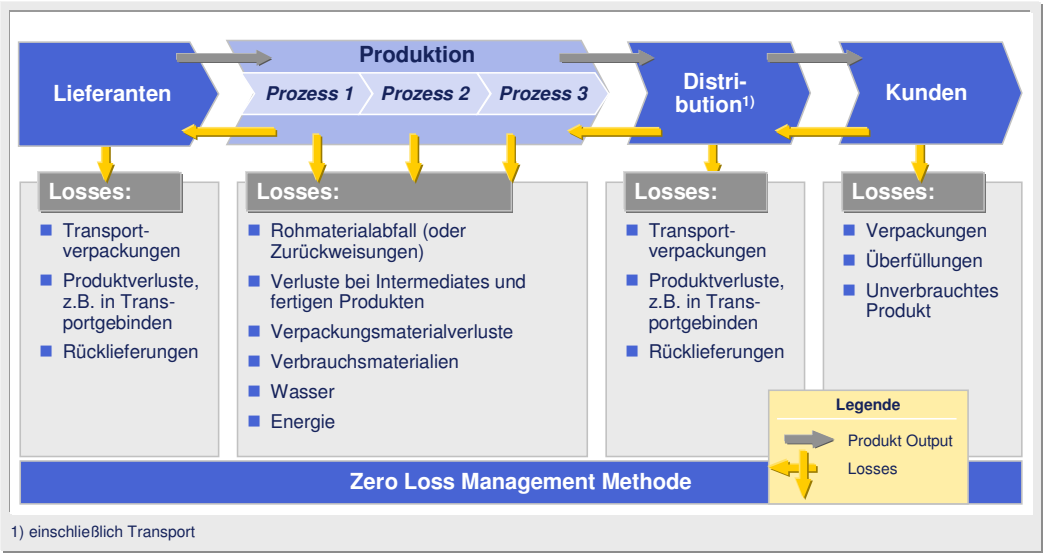
Tabelle 5-4: Ansätze der Design-to-Cost Methode



5.3.8.2 Das Beispiel: Zero Loss Management Methode

Die Zero Loss Management Methode setzt im Gegensatz zur Design-to-Cost Methode bei etablierten Prozessen an (vgl. Tabelle 5-5). Durch eine einfache, auf Materialeffizient ausgelegte Kostenanalyse wird Kostentransparenz hinsichtlich der Material- und Energieverluste geschaffen. Der Schlüssel zum Erfolg liegt in der interdisziplinären und bereichsübergreifenden Einbindung von Projektteams aus den Unternehmen.

Tabelle 5-5: Verfahren der Zero Loss Methode



Hemmnisse und förderliche Faktoren zur Steigerung der Materialeffizienz

Die beiden Verfahren sind nicht in allen Betrieben bzw. bei Beratungsunternehmen eingeführt, insbesondere wenig in KMU. Die Aneignung der erforderlichen Kenntnisse zur Anwendung der Methode steht auch im zeitlichen Konflikt mit den Alltagsaufgaben der Produkt- und Betriebsleiter. Ein Heranführen der Methode in vielen KMU dürfte angesichts dieses Zielkonfliktes nur über die externe Beratung und die Einführung in lernenden Netzwerken erfolgreich sein.

Fazit für die Identifikationspotenziale der beiden ausgewählten Methoden

Die Identifikation der Effizienzsteigerungspotenziale der Design-to-Cost Methode kann für ein einzelnes Produkt sehr hoch ausfallen. Sie liegen typischerweise im Bereich zwischen 10 und 30 % der Herstellkosten, in Einzelfällen noch höher. Ein typisches mittelgroßes Unternehmen mit einer normal diversifizierten Produktpalette kann auf das Gesamtunternehmen bezogen durch konsequenten Einsatz der Design-to-Cost Methode Effizienzsteigerungspotenziale bzw. Kosteneinsparpotenziale von zumindest rund 5 % bis 15 % der Herstellkosten erzielen. Das Effizienzsteigerungspotenzial der Zero Loss Methode oder vergleichbarer methodischer Ansätze liegt erfahrungsgemäß im Bereich von 3 – 5 % der Herstellkosten der untersuchten Produktionslinie.

Diese Potenzialangaben sind *nicht additiv* zu den o.g. Potenzialen investiver Maßnahmen zu verstehen, sondern als Erfahrungswerte dieser Such- und Analyseverfahren, die dann entweder zu den o.g. investiven Maßnahmen oder organisatorischen Maßnahmen führen müssen, um die identifizierten Potenziale auch realisieren zu können.

5.4 Zusammenfassende Ergebnisse

Die in den vorangegangenen Kapiteln ermittelten Potenziale lassen sich zu einer Matrix zusammenfassen, aus der die Bedeutung der Querschnittstechnologien für die untersuchten Branchen angedeutet werden kann. Hierbei geht es auch darum, die Schätzungen auf Branchenebene durch Plausibilitätsbetrachtungen zu erhärten (vgl. Kapitel 5.4.1). Eine erste Hochschätzung der Materialeffizienz auf alle Industriebranchen anhand der nunmehr vorliegenden Zahlen aus beiden Ansätzen schließt sich an (vgl. Kapitel 5.4.2), bevor auch die untersuchten Branchen für das beabsichtigte Programm in eine Prioritätenliste gebracht (vgl. Kap. 5.4.3) und bestehende Hemmnisse und fördernden Faktoren zusammengefasst werden (vgl. Kap. 5.4.4).

5.4.1 Zusammenfassung der Branchen- und Querschnittstechnologie-Potenziale

Kombiniert man die oben beschriebenen Materialeffizienz- (und Substitutions-)Potenziale der beiden methodischen Vorgehensweisen miteinander in einer Matrix, so lässt sich zum einen zeigen, für welche Branchen bestimmte Querschnitttechnologien einen hohen Beitrag zur Materialeffizienz bringen. Beispielsweise ist die optoelektronische Messung und Datenverarbeitung für die Holzverarbeitende Industrie und den Hochbau von besonderer Bedeutung oder eine effiziente und sorgfältige Oberflächenlackierung für die Herstellung von Metallwaren und die Kunststoffverarbeitung (vgl.Tabelle 5-6).

Während die Branchenpotenziale der Materialeffizienz meist mit den vorliegenden Informationen und den Befragungen von Fachleuten mengenmäßig und monetär abgeschätzt werden konnten, war dies für die Querschnittstechnologien nur in Ausnahmefällen möglich (z.B. Altölrefining, tribologische Verbesserungen). Zu den Substitutionspotenzialen waren ebenfalls in der Kürze der Bearbeitungszeit keine Schätzungen für die einzelnen Werkstoffe möglich. Sie sind aber für die Gesamtanalyse nicht unerheblich, da in bestimmten Fällen durch Werkstoffwechsel durchaus Materialeffizienzpotenziale erzielt werden können. Nicht aufgeführt sind in der Matrix die jeweiligen Recycling-Potenziale der untersuchten Branchen und Werkstoffe, da dieser Aspekt der Materialeffizienz nicht durchgängig für alle Branchen untersucht werden konnte. Die Potenzialbeiträge der Querschnittstechniken sind in den angegebenen Branchenpotenzialen enthalten. Die Branchenpotenziale selbst können addiert werden, weil es sich meist um parallel produzierende Branchen handelt.

Insgesamt ergibt sich für die Materialeffizienzpotenziale der untersuchten neun Branchen eine Summe von 6,4 Mrd. €/a (unterer Wert) und von mehr als 13 Mrd. €/a (oberer Wert). In der Größenordnung des unteren Wertes gehen die AutorInnen davon aus, dass er den "autonomen" materialtechnischen Fortschritt kennzeichnet, der durch Re-Investitionen, verbesserte Kenntnisse und Organisationsformen bewirkt wird. Diese Werte entsprechen einer Verbesserung der Materialeffizienz von knapp 5 % als autonome materialtechnische Entwicklung binnen der nächsten 7 bis 10 Jahre, d. h. 0,7 % bis 0,5 % pro Jahr.

Die Differenz zwischen dem unteren und oberen Summenwert in Höhe von *6,7 Mrd. €/a* ist dasjenige Materialeffizienzpotenzial, das durch ein gezieltes Materialeffizienz-Programm seitens der öffentlichen Hand und der Wirtschaft binnen der kommenden 7 bis 10 Jahre für die untersuchten Branchen gehoben werden könnte. Dies sind zusätzlich fünf Prozentpunkte in der betrachteten Zeitperiode.

Die größten Materialeffizienzpotenziale von jeweils etwa 0,8 bis 1,8 Mrd. € erreichen in ihrer autonomen Entwicklung auch die Branchen mit den höchsten Materialeinsätzen (Metallerzeugnisse, Herstellung von Anlagen zur Elektrizitätserzeugung, die Chemische Industrie ohne Grundstoffchemie und die Kunststoffverarbeitende Industrie) und etwa die doppelten Werte zwischen 1,5 und 3,2 Mrd. € für den politik-induzierten Fall. Auch das Baugewerbe könnte im politik-induzierten Fall auf Effizienzpotenziale oberhalb der 1 Mrd. € Marge kommen.

Hierzu ist anzumerken, dass die typischer Weise anfallenden *begleitenden Nutzen* der Materialeffizienzverbesserungen (z.B. eine höhere Kapital- und Arbeitsproduktivität, bessere Produktqualität) nicht monetarisiert wurden und daher auch nicht in der Tabelle 5-6 aufgeführt sind. Hierbei handelt es sich beispielsweise um eine höhere Kapitalproduktivität der verwendeten Anlagen und Maschinen infolge des verminderten Produktionsausschusses, um verminderte Transportkosten oder verminderte Energiekosten während der Nutzung von bewegten Produkten (insbesondere von leichter gebauten Fahrzeugen). Diese begleitenden Nutzen können erheblich sein und die gleiche Größenordnung wie die vermiedenen Materialkosten erreichen.

Nicht berücksichtigt wurden *strukturelle Veränderungen* in den untersuchten Branchen wie beispielsweise die Ausweitung von Dienstleistungstätigkeiten bei der Herstellung von Maschinen und Anlagen für die Elektrizitätserzeugung, für die Planung und Nutzung von Mess- und Regelgeräten oder die Substitution von Printmedien durch elektronische Medien. Bezogen auf den Produktionswert würden sich hierdurch weitere strukturbedingte Verbesserungen der Materialproduktivität ergeben, die hier aber nicht weiter berücksichtigt wurden. Dieser brancheninterne Struktureffekt ist sowohl zum Verständnis der Vergangenheitsentwicklung der Materialproduktivität von einzelnen Branchen wichtig als auch zur Einschätzung der hier ermittelten Materialeffizienzpotenziale, die jeweils auf rein technischen Bezugsgrößen basieren, auch wenn sie in monetären Materialwerten angegeben sind.

Tabelle 5-6: Matrix der Materialeffizienzpotenziale für die untersuchten Branchen und Querschnittstechnologien

Branche	**Opto-elektronik**	**Oberflächen-lackierg.**	**Altöl-refining**	**Wasser-einsparung**	**Tribologische Aspekte**	**Simul.)[1] biol. Prozesse**	**Design to cost, zero loss**	**Total in Mio. €/a**	**Substitution durch Metalle**	**Kunststoffe**	**Papier/ Kartons**	**Holz-**
Herstellung von Metallerzeugnissen	+	+++	+	++	+	+++	++	800 – 1.500	+	++		
Herstellung von Kunststoffwaren	+	++	-	-	+	++	+++	1.000 – 2.000	+	+	+	
Herstellung von Geräten der Elektrizitätserzeugung	+	++	+	+	+	++	+	1.500 – 3.000	+	++		
Chemische Industrie (ohne Grundstoffindustrie)	++	+	-	+		+	+++	1.800 – 3.400	+		+	
Verlags-, Druckgewerbe, Vervielfältigungen	++			+	+		++	300 – 450).[2]		+		
Be- und Verarbeitung von Holz	+++	+			+	++	++	250 - 500	+	+		
Medizin-, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Optik		+		+		+	++	400 – 700)[2]				
Baugewerbe: Hochbau und Ausbaugewerbe	+++	+		+		+++	+	200 - 1.200				++
Herstellung von Waren aus Papier, Karton	+	+		++			++	200 – 300		+		
Total								6.400 – 13.100				

1) Lebensdauerverlängerung und Leichtbau durch Simulation von Optimierungslösungen der Natur
2) wenig begründete Schätzung

5.4.2 Erste Hochschätzung der Materialeffizienzpotenziale auf das gesamte Verarbeitende Gewerbe

Wie die Ergebnisse der untersuchten Branchen zeigen, weichen die Materialeffizienzpotenziale, gemessen in Prozent am Bruttoproduktionswert, nicht um größere Faktoren voneinander ab, sondern liegen im Bereich weniger Prozentpunkte bis zu maximal von etwa 20 % (unabhängig davon gibt es für kleinere Sparten und Produktbereiche auch Effizienzpotenziale mit höheren Anteilen wie z.B. in der Automobil-Zulieferindustrie wegen zum Teil extrem hoher Anforderungen an die Oberflächenbeschaffenheit).

Will man eine ungefähre Vorstellung davon entwickeln, welche Materialeffizienzpotenziale in der Verarbeitenden Industrie insgesamt binnen des nächsten Jahrzehnts zu erreichen sein könnten, so nutzten die AutorInnen folgendes überschlägige Schätzverfahren:

- Für die einzige untersuchte Branche der *Grundstoffindustrie* (die Holzbe- und -verarbeitung) wurden Potenziale von 3,4 % für den unteren Wert der Materialeffizienz ("autonomer technischer Fortschritt") und von 6,9 % für den oberen Wert (jeweils bezogen in monetären Einheiten) ermittelt. Unterstellt man bei den hier nicht untersuchten Branchen der Grundstoffindustrie etwa vergleichbare Verluste (und in aller Regel keine Option zu leichteren Zwischenprodukten), dann kann man von etwa von 3,5 % oder etwa 2,1 Mrd. €/a (unterer Wert) und von etwa 7 % oder etwa 4,1 Mrd. €/a (oberer Wert als politik-induziertes Potenzial) ausgehen.
- Für die *übrigen Branchen der Investitions- und Konsumgüterindustrie sowie dem Baugewerbe* lagen die gewichteten Potenzialwerte für den unteren Wert bei 4,8 % sowie für den oberen Wert bei 9,8 %. Nimmt man diese gewichteten Durchschnittswerte und überträgt sie auf den Teil der nicht untersuchten Branchen in der Investitions- und Konsumgüter-Industrie, so ergibt die Hochschätzung Materialeffizienzpotenziale von 24,8 Mrd. €/a (unterer Wert, autonomer Fortschritt) bzw. 50,7 Mrd. €/a (oberer Wert, politik-induzierter materialtechnischer Fortschritt bis 2012-2015).

Fasst man die Einzelpotenziale der Industriesektoren zusammen, so zeigt sich, dass mit den in dieser Arbeit untersuchten neun Branchen etwa ein Viertel des Materialeffizienz-potenzials der Industrie und des Baugewerbes untersucht wurde. Insgesamt hat allein der KMU-Bereich des Verarbeitenden Gewerbes (bis zu 500 Beschäftigen je Unternehmen) ein Materialeffizienzpotenzial in der Größenordnung von 10,5 Mrd. €/a (unterer Wert) bzw. 21,3 Mrd. €/a (oberer Wert). Die Differenz von rd. 11 Mrd. €/a kennzeichnet etwa das Potenzial, das durch ein Materialeffizienzprogramm der Bundesregierung und der Wirtschaft bestenfalls bei der mittelständischen Industrie mobilisiert werden könnte. Gewiss würden auch die großen Unternehmen der vom Programm erfassten Branchen und Querschnittstechnologien profitieren, zumal sie über geeignetes Fachpersonal und eine höhere finanzielle Flexibilität verfügen. Insgesamt hätten die großen Unternehmen (größer 500 Beschäftigte) ein politik-induzierbares Potenzial in einer Größenordnung von fast 20 Mrd. €.

Hierbei sei noch mal betont, dass in diesen Zahlen begleitende Nutzen der Unternehmen nicht enthalten sind, sondern lediglich die vermiedenen Materialkosten infolge der höheren Effizienz. Die begleitenden Nutzen tragen nicht selten in merklichem Umfang

zur Rentabilität der jeweiligen Materialeffizienz-Maßnahme bei. Hinzu kommen als indirekter Nutzen eine verbesserte Wettbewerbsposition sowohl der Hersteller materialeffizienter Maschinen und Anlagen, insbesondere im Export, als auch der übrigen Verarbeitenden Industrie als Anwender mit geringeren Produktionskosten.

5.4.3 Auswahl von Branchen und Querschnittstechnologien für die Startphase des Impulsprogramms Materialeffizienz

Das von der Bundesregierung avisierte Volumen für das Materialeffizienzprogramm von insgesamt 20 Mio. € für die Jahre 2005 bis 2007 wirft die Frage auf, ob das Programm auf wenige Branchen konzentriert werden sollte, um in diesen Branchen merkliche Effizienzgewinne realisieren zu können und zugleich an dem Förderinstrumentarium in diesen ersten drei Jahren für die Zukunft zu lernen.

Will man selbst unter den neun analysierten Branchen noch eine weitere Auswahl für die Förderung für die Periode 2005 bis 2007 treffen, um den Erfolg des Programm durch Konzentration der Mittel zu gewährleisten, dann stellt sich zunächst die Frage nach den Auswahlkriterien. Neben der Bedeutung von *Materialeinsatz und Materialeffizienzpotenzial* einer Branche sind zweifelsohne *die technologische Homogenität, das erwartete Wachstum* (wegen der Investitionsmöglichkeiten) und *der Umsatz bei Unternehmen größer als 500 Beschäftigte (*die auch eher spezialisiertes Personal und eine finanzielle Mindestflexibilität haben und häufig auch technologische Vorreiterrollen in ihren Branchen übernehmen) wichtige Indikatoren für eine erfolgreiche Realisierung bestehender Materialeffizienzpotenziale. Hinzu kommen die Intensität bestehender Hemmnisse und die Förderakzeptanz für einzelne Branchen, die auf den Umsetzungserfolg eines Förderprogramms auch Einfluss nehmen können.

Nimmt man die fünf größten untersuchten Branchen, dann unterscheiden sie sich in einigen Merkmalen deutlich voneinander: die Herstellung von Geräten zur Elektrizitätserzeugung und –transport hat bei guten Wachstumsaussichten – ähnlich wie die Metallverarbeitung sowie die Kunststoffverarbeitung – einen relativ hohen Anteil großer Unternehmen über 500 Beschäftigte (vgl.Tabelle 5-7). Da die Produktionsprozesse der zuerst genannten Branchen sehr ähnlich sind, sind hier für ein Förder-Programm erhebliche Synergieeffekte zu erwarten. Die Kunststoffverarbeitende Industrie hat den Vorteil relativ homogener Produktionstechnologien, eine stark ausgeprägte mittelständische Struktur und gute Wachstumsaussichten. Die chemische Industrie (ohne Grundstoffchemie) ist eine Branche mit sehr heterogenen Produktionen (z.B. Pharmaka, Diagnostika, Chips, Haushaltsmittel, Drogerieprodukte, Vorprodukte für verschiedenste weiterverarbeitende Industriezweige) und könnte ihre Effizienzpotenziale am besten durch prozeß-optimierende Analysemethoden realisieren, weniger durch eine Vorschlagsliste technologischer Möglichkeiten (vgl. Tabelle 5-7).

Die Hemmnisunterschiede dieser fünf Branchen sind nicht sehr unterschiedlich, wenn gleich die Ausprägungen der Hemmnisse in den einzelnen Branchen sehr differieren (z.B. unzureichend qualifiziertes Personal im Bauwesen, Priorisierung der Produktqualität oder der visuellen Oberflächenqualität in Teilbereichen der Metall- und Kunststoffverarbeitung oder der Feinchemikalien und Chipherstellung.

Folgt man dieser Branchenauswahl, so wären von Seiten der *Querschnittstechnologien* insbesondere die Oberflächenbehandlung mittels Lacken, das Konstruktionswissen und die Design-to-Cost-Methode von besonderer Bedeutung. Eine bewusste Integration dieser Querschnittstechnologien und Methoden in das Materialeffizienzprogramm hätte auch für andere Branchen, in denen diese Methode weit verbreitet angewandt wird (vgl. Tabelle 5-7), positive Auswirkungen auf deren Materialeffizienz.

Will man unter den fünf Branchen die Zahl der Branchen, die im ersten Schritt des Förderprogramms erfasst werden sollen, wegen des geringen Budgets weiter eingrenzen, so läge die Wahl auf die drei erst genannten in Tabelle 5-7 nahe.

Tabelle 5-7: Auswahl der Branchen für das Materialeffizienzprogramm der Bundesregierung

Bewertungskriterium / **Branche**	Herstellung v. Geräten der Elektrizitätser-zeugung und -verteilung	Herstellung von Metaller-zeugnissen	Herstellung von Kunststoffwaren	Chemische Industrie (ohne Grundstoff-industrie)	Baugewerbe: Hochbau und Ausbauge-werbe
Materialeinsatz (Mio. €/a)	35.000	23.300	16.800	16.900	9,0
Effizienzpotenzial bis 2012 – 2015 (Mio. €)	1500 – 3000	800 – 1500	1000 – 2000	1.800 – 3.400	200 – 1.200
Technologische Homogenität	mittel	mittel	gut	sehr inhomogen	gut
Produktionszuwachs 2000/10 u. 2010/15	2.9/2.5	2.9/2.3	1.9/1.6	1.6/1.0	1.5/1.0
Umsatz bei Unternehmen größer 500 Beschäftigte (in % von gesamter Branche)	60,3 Mrd. € 70,8 %	21,6 Mrd. € 28,7 %	15,1 Mrd. € 36 %	19,4 Mrd. € 35 %	3,3 Mrd. € 11,4 %
Hemmnisintensität	++	++	+	++	++
Förderakzeptanz	++	+	+	+	+
Erfolgschancen eines Programms	+++	+++	+++	++	++

5.4.4 Zusammenfassung der Hemmnisse und der fördernden Faktoren

Bei der Ermittlung betrieblicher Hemmnisse müssen zwei Ebenen betrachtet werden. Auf der einen Seite handelt es sich bei betrieblichen Maßnahmen zur Effizienzsteigerung um technisch-organisatorische Innovationen in den betrieblichen Prozessen und Abläufen, für welche die empirisch belegten allgemeinen Hemmnisse dieses Innovationstyps heranzuziehen und zu diskutieren sind. Andererseits weisen die in den vorherigen Abschnitten betrachteten Branchen und Technologien spezifische Umsetzungshemmnisse auf.

Allgemein sind für die Umsetzung technisch-organisatorischer Innovationen generell folgende Kategorien für Hemmnisse denkbar (Dreher 1997 und dort referierte Literatur):

- Informationsdefizite bezüglich Rentabilität und Einsetzbarkeit der betreffenden technisch-organisatorischen Prozessinnovation,
- Mangel an qualifiziertem Personal für Planung, Projektleitung und –durchführung,
- fehlende Finanzmittel für Investitionen in Maschinen und Anlagen sowie
- fehlende technisch-organisatorische Lösungen und Konzepte.

Fehlende technisch-organisatorische Lösungen wurden in der Anlage der Untersuchung systematisch ausgeschlossen, da ausschließlich Potenziale *existierender* Techniken und Konzepte zur Steigerung der Materialeffizienz untersucht wurden. Anpassungen sind nicht auszuschließen, sind aber technologiespezifisch zu diskutieren.

Finanzielle Mittel könnten angesichts der eingeschränkten Refinanzierungsmöglichkeiten und einer relativ geringen Eigenkapitalquote der mittelständischen Wirtschaft eine Schwierigkeit darstellen. Allerdings gilt es zweierlei zu bedenken: hoher Finanzbedarf entsteht in der Regel bei größeren Investitionen in Maschinen und Anlagen. Angesichts der innerbetrieblichen Potenziale und eher schnellen Amortisationszeiten dürften sowohl leichter Eigenmittel zur Verfügung gestellt werden als auch Fremdkapital angesichts der dann vorhandenen zusätzlichen Sicherheiten mobilisierbar sein. Anders sieht es bei der organisatorischen Seite der Maßnahmen zur Materialeffizienzsteigerung aus. Der dominierende Faktor sind hier die Personalkosten – und zwar von technisch und planerisch hoch qualifiziertem Personal (zur Bedeutung des Faktors Personal in der schlanken Produktion unter Berücksichtigung des Ziels der Verschwendungsvermeidung vgl. Fleig 1998).

Da sowohl der relative Anteil von FuE-Personal im industriellen Mittelstand zurückgeht (Grupp et al. 2004) als auch die Planungskapazität für strategische Maßnahmen der Produktionsmodernisierung sehr gering ist (zum Beispiel in den mittelständischen Unternehmen der Metall- und Elektroindustrie lediglich ein Personenjahr pro Jahr; Lay, Schirrmeister 2004), dürfte in der Setzung der Prioritäten und der Projektbearbeitungsreihenfolge für diese entscheidende Personengruppe der zentrale Engpass begründet liegen. Für die Umsetzung als auch Pflege solcher vornehmlich arbeits- und prozess-

gestalterischer Maßnahmen ist die Bedeutung dieser Mitarbeitergruppe mehrfach nachgewiesen (im Überblick für verschiedene Branchen: Kiel, Kirner 2002).

Kommen dann Unklarheiten und mangelnde Kenntnisse über Methoden der Potenzialermittlung sowie Zeitmangel für KMU hinzu (zum Beispiel für die wirtschaftliche Bewertung technisch-organisatorischer Lösungen am Beispiel der computergestützten Fertigung), dürften volkswirtschaftlich wünschbare strategische Entscheidungen von Unternehmensleitungen zur Inangriffnahme von Projekten zur Steigerung der Materialeffizienz trotz vorhandener Potenziale unterbleiben.

Speziell für die untersuchten Branchen und Technologien konnten über diese generellen Überlegungen hinaus aus den Expertengesprächen und Literaturrecherchen noch folgende Hemmnisse zusätzlich identifiziert werden (vgl. Kap 5.2und 5.3):

- Auftragsfertigung nach Spezifikation von Kunden bzw. Abnehmern führt häufig zu äußerst geringem Spielraum für Materialeffizienz (meist lediglich Vermeidung von Ausschuss),
- Für einzelne Branchen zeichnet sich ein fehlender Fachkräftepool ab (z.B. für die Medizin- und Mess- und Regeltechnik, das Baugewerbe, Lackierereien),
- Eine Überbetonung der visuellen Qualitätsanforderungen bei Oberflächen von Pkw-Teilen sowie augennahen Investitions- und Konsumgütern (z.B. regeltechnische Geräte, Audio-Videotechnik, Handys, Laptops) führt zu hohen Ausschussraten und Unsicherheiten der Hersteller, da es auch keine objektiven Meßmethoden gibt.
- Kurze Entwicklungs- und Produktlebenszyklen sowie eine völlige Ausrichtung der Produktionsprioritäten auf den Endkunden (oder Patientenwünsche) führt zu Vernachlässigung der Aspekte für Materialeffizienz.
- Zum Teil existieren traditionelle Branchenregeln (z.B. ein bestimmtes Verhältnis zwischen Personalkosten- und Materialkostenanteilen an den Produktionskosten, die zur Nichtbeachtung von Materialeffizienz-Möglichkeiten beitragen.
- Teilweise sind Anlagenhersteller an einer Weiterentwicklung ihrer Produkte nicht interessiert, weil sie zunächst Entwicklungskosten sparen und an der alten Anlagengeneration verdienen wollen
- Die Altölverordnung wird von vielen Betrieben aus verschiedenen Gründen unterlaufen; ähnliches gilt – ohne Verordnung zum Recycling – für andere Abfallstoffe, die einer Weiter- oder Wiederverwertung zugeführt werden könnten.

Derartige branchen- und technologiespezifische Hemmnisse hat das geplante Förderprogramm mit aufzugreifen, um die ausgewiesenen Effizienzpotenziale mit Aussicht auf Erfolg in der gegebenen Zeitspanne realisieren zu können.

Ein Förderprogramm zur Materialeffizienz wird sich auch existierende oder absehbare *fördernde Faktoren* zu Eigen machen, darunter wurden u. a. erfasst:

- absehbare technische Neuerungen mit *Kostensenkungspotenzialen durch Lern- und Skaleneffekte* (z.B. bei den opto-elektronischen Verfahren oder der Prozeßoptimierungstechnik durch kostengünstigere Sensorik oder Chips, neue Copolymere in der Kunststoffverarbeitung, nanotechnik-basierte Lacke)

- der *Kostendruck aus Niedriglohnländern* oder *absehbare Preissteigerungen bei den fossilen Brennstoffen und Metallen*, wie sie seit 2004 beobachtet werden, führen zu neuen technischen und organisatorischen Lösungen einer effizienteren Materialnutzung oder zu Materialsubstitutionen.

Diese fördernden Faktoren sollten auch rechtzeitig seitens der Hersteller neuer Anlagen, Maschinen oder Geräte mitbedacht und seitens der Nutzer in ihren Investitionsentscheidungen mit einbezogen werden.

Insgesamt wird das Förderprogramm auf die jeweilige Ausprägung der allgemeinen und spezifischen Hemmnisstrukturen eingehen müssen, um simultan die Schwierigkeiten anzugehen, die den bestehenden, rentablen Materialeffizienzpotenzialen gegenüberstehen. Hierzu gehört auch die Verminderung der häufig hohen Transaktionskosten – gerade für kleinere investive Massnahmen - und die Nutzung der genannten fördernden Faktoren in den jeweiligen Branchen bzw. Querschnitttechnik-Bereichen.

5.4.5 Schlussfolgerungen zur Analyse der Potenziale

Die vorgelegte Potenzialanalyse dient zunächst der Abschätzung der gesamtwirtschaftlichen Bedeutung von Maßnahmen zur Steigerung der Materialeffizienz. Diese Abschätzung wurde einmal auf der Basis von *branchenbezogenen Analysen* durchgeführt. Dies erlaubt weiter die Identifikation von Branchen des Verarbeitenden Gewerbes, die das größte Potenzial erlösen könnten, wenn man Maßnahmen konzipiert, welche die technischen, ökonomischen oder auch rechtlichen Rahmenbedingungen der jeweiligen Branchen berücksichtigen.

Andererseits wurden *wichtige Querschnittstechnologien* mit ihrem Beitrag zur Materialeffizienz analysiert, die – selbst bei einer zunächst erforderlichen Konzentration eines ersten Förderprogramms auf wenige Branchen – Synergieeffekte auch in anderen Branchen auslösen werden, wenn sie zum Gegenstand der Fördermaßnahmen gemacht werden (z.B. Information, Fortbildung, Zinsverbilligung bei Investitionen für KMU).

Insgesamt ergeben sich auf für die analysierten neun Branchen zwischen 6,4 Mrd. €/a und 13 Mrd. €/a Einsparungspotenziale durch Steigerung der Materialeffizienz. Eine Hochschätzung auf das Verarbeitende Gewerbe insgesamt ergibt ein Potenzial von rund 27 Mrd. €/a (für den autonomen materialtechnischen Fortschritt) und bis zu fast 60 Mrd. €/a in den Jahren 2012-2015 als politik-induzierbares Potenzial.

Der erste Wert repräsentiert somit die untere Grenze, die einer Ausschöpfung des Potenzials ohne zusätzliche Politikmaßnahmen als materialtechnische Entwicklung binnen der nächsten 7 – 10 Jahre entspricht. Der zweite Wert stellt das Maß der Potenzialausschöpfung dar, das mittels Maßnahmen der öffentlichen Hand und der Selbstorganisationen der Wirtschaft maximal erreicht werden könnte. Diese Verdopplung des autonomen Potenzials in der Größenordnung von gut 30 Mrd. € für die Industrie insgesamt unterstreicht die volkswirtschaftliche Relevanz der Überlegung, statt Rationalisierung und Effizienzsteigerung ausschließlich beim Einsatz des Produktionsfaktors Arbeit anzustreben, ebenfalls die effizientere Verwendung des Materials bzw. die effizientere Verarbeitung von Vorprodukten im Verarbeitenden und Bau-Gewerbe zu beachten.

Angesichts knapper öffentlicher Mittel sollten für erste Maßnahmen zunächst möglichst die Bereiche der Wirtschaft im Zentrum stehen, die die größten Potenziale ausweisen. Auf der Basis der vorliegenden Analysen sind dies die Herstellung von Geräten der Elektrizitätserzeugung, Metallbearbeitung, Kunststoffverarbeitung und die chemische Industrie (ohne Grundchemikalien). Maßnahmen sollten daher die Charakteristika dieser Wirtschaftszweige hinsichtlich Struktur, Wertschöpfungsketteneinbindung und Interaktions- und Innovationsverhalten vorrangig berücksichtigen.

Die Hersteller von Metallerzeugnissen, Verarbeiter von Kunststoffen, die weiterverarbeitende chemische Industrie sowie das Baugewerbe sind in ihrer Struktur mittelständisch geprägt. Betriebe der Größenklasse von 50 Mitarbeitern bis 500 Mitarbeitern dominieren. Weiter sind viele dieser kleinen und mittleren Unternehmen der Metall- und Kunststoffverarbeitung Glieder von Wertschöpfungsketten und als Zulieferer von Endproduktherstellern (OEM) tätig (Ausnahme: die mittelständische chemische Industrie). D. h. zum einen, dass klare Produktvorgaben von Seiten der Kunden bestehen und daher Wettbewerbsvorteile vor allem durch Flexibilität und Effizienz des Produktionsprozesses erreicht bzw. gesichert werden können. Zum anderen sind die spezifischen Hemmnisse der Unternehmen dieser Branchen ähnlich. Neben Informationsdefiziten zu den betrieblichen Potenzialen materialeffizienter Prozesse liegen sie in der qualifizierten Methodenanwendung und in der im Vergleich zu den großen Unternehmen geringeren Planungskapazität für Innovationsprozesse.

In der ebenfalls über ein großes Potenzial verfügenden Chemischen Industrie stellt sich die Lage anders dar: Im Gegensatz zu den oben genannten Branchen, die eine Pyramidenstruktur mit den OEM an der Spitze aufweisen, sind Großunternehmen der Chemie vornehmlich in der Grundstofferzeugung zu finden, deren Produkte von kleinen und mittleren Unternehmen weiterverarbeitet und vermarktet werden. Weiter ist diese Industrie der Produzent von Materialien und hat daher möglicherweise geringeres Interesse an einem sinkenden Materialverbrauch in der Gesamtwirtschaft. Vor allem sind aber die Produktionsprozesse sowohl regulatorisch durch Auflagen als auch vom Management her am intensivsten unter Erfolgsdruck, so dass Motivation, Möglichkeiten und Know-how in den Betrieben vergleichsweise hoch sind.

Für die Ausgestaltung der geplanten Maßnahme ergeben sich aus diesen Überlegungen zwei Konsequenzen:

- Zunächst ist angesichts der Ähnlichkeiten der Produktionsprozesse ein branchenorientiertes Vorgehen sinnvoll, das es ermöglicht, die Akteure mit ihrem Sachverstand zu mobilisieren, die brancheninternen Transferstrukturen zu nutzen und die Spill-over-Effekte zu verstärken. Dies kann durch Arbeitskreise und andere, erfahrungsaustausch-orientierte (lernende) Netzwerke geschehen. Die kommunikativen Ansätze haben den Vorteil, die Transaktionskosten gerade der KMU zu senken.
- Zur Erreichung der mittelständischen Zielgruppen in den Branchen mit hohem Potenzial reicht ein Ansatz nicht aus, der lediglich Informationen zur Verfügung stellt. Neben der Bereitstellung zugeschnittenen Methodenwissens müssen sowohl die Prioritätensetzung als auch die Planungs- und Begleitungsmöglichkeiten in den Unternehmen gestärkt werden. Hier empfiehlt sich – wenn man direkte Zuwendungen vermeiden will – ein Initialberatungsangebot kombiniert mit erfolgsorientierter Un-

terstützung der Begleitung durch Unternehmensexterne, um den Planungs- und Projektsteuerungsengpass im Unternehmen zu überwinden.

Weitere Ansätze wie Gütesiegel oder regulatorische Maßnahmen oder Maßnahmen zur Intensivierung von Produkt-Dienstleistungskombinationen zum Verkauf von Nutzen statt Produkten wären denkbar. Diese bedürften neben sehr viel intensiveren Voruntersuchungen zur Konzipierung, auch mehr Mittel und Interesse seitens der Selbstorganisationen der Wirtschaft beziehungsweise Nachfrage beeinflussende Maßnahmen, als die Bundesregierung und die übrigen betroffenen Akteure derzeit bereit sind zu investieren bzw. zu unternehmen.

6 Programmlandkarte und Designvorschlag für das Impulsprogramm Materialeffizienz

Im Folgenden werden zunächst komprimiert die Ergebnisse der Programmlandkarte und der Akteurslandkarte vorgestellt. Die ausführlichen Darstellungen der Case Studies finden sich im Anhang. Anschließend wird die Grundidee des daraus abgeleiteten Designs für das Impulsprogramm Materialeffizienz vorgestellt. Dem folgt die Darstellung der Vorschläge im Detail für die Programmlaufzeit 2006 / 2007. Die Vorarbeiten im Jahr 2005, die für den optimalen Start des Programms als notwendig erachtet werden, schließen sich daran an. Zum Schluss wird ein kurzer Ausblick auf die Weiterentwicklungsoptionen des Programms ab dem Jahr 2008 gegeben.

6.1 Kurzvorstellung der Case Studies der Programm- und der Akteurslandkarte

6.1.1 Programmlandkarte

Im Rahmen der Erstellung der Programmlandkarte wurden 26 Programme näher analysiert. Drei der Programme haben dabei einen internationalen Fokus (z.B. das Cleaner Production Programme von UNEP / UNIDO), vier Programme haben einen Europabezug (z.B. die Integrated Product Policy der Europäischen Kommission), 11 Programme stammen aus europäischen Ländern (z.B. ÖKOPROFIT Graz aus Österreich) und 8 Programme wurden in den deutschen Bundesländern identifiziert (z.B. die Effizienz-Agentur in NRW oder die IPP Initiative Bayern).

Um einen ersten Überblick über die analysierten Instrumente zu geben, fasst Tabelle 6-1 die wichtigsten Grunddaten der Case Studies zusammen. Im Detail sind die Case Studies der Programmlandkarte im Anhang dokumentiert.

Tabelle 6-1: Case Studies der Programmlandkarte im Überblick

Titel	Urheber	Politikkategorie	Laufzeit
Internationale Ebene			
IE-1: UNEP-DTIE / UNIDO: Cleaner Production Programme	UNEP-DTIE, UNIDO	MB (Diff, Reg, Inst, Qual, Info, Fis)	Seit 1994
IE-2: WBCSD: Öko-Effizienz Programm	Mathis Wackernagel , William Rees	MB (Diff, Qual, Info, Zi)	Seit 1993
IE-3 : Global Footprint Network: Ökologischen Fußabdrucks	WBCSD	MB (Diff, Info, Zi)	Seit 1992
EU-Ebene			
EU-1: Integrated Product Policy	Europäische Kommission	MB (Diff, Reg, Inst, Qual, Info, Zi)	Seit 1998
EU-2: European Integrated Pollution Prevention and Control	Europäische Kommission, GD Umwelt	MB (Diff, Reg, Info)	Seit 1996
EU-3: Ressourcenstrategie	Europäische Kommission	MB (Diff, Info, Zi)	Seit 2003
EU-4: PREPARE	Niederlande / EUREKA-EUROENVIRON	MB (Diff, Info)	Seit 1990

Europäische Länder			
EL-1 (Österreich): ÖKOPROFIT Graz	Ökoprofit-Netzwerk Graz	MB (Inst, Info)	Seit 1992
EL-2 (Österreich): Wirtschaftsinitiative Nachhaltigkeit Steiermark	Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Wirtschaftskammer Steiermark und Steirische Wirtschaftsförderung	MB (Diff, Qual, Info, Fis)	Seit 2002
EL-3 (Schweiz): Cleaner Production in Schweizer Betrieben	Institut für Umwelttechnik (IfU) der Fachhochschule beider Basel (FHBB)	MB (Diff, Info, Fis)	Seit 1992
EL-4 (Dänemark): Dänische Product Orientated Environmental Initiative	Dänisches Amt für Umweltschutz	Info	Seit 1998
EL-5 (Schweden): Environmental management in small companies	NUTEK, Swedish Business Development Agency	MB (Diff, Qual, Info)	1996 – 1998
EL-6 (Schweden): Environment-driven business development	NUTEK, Swedish Business Development Agency	MB (Diff, Qual, Info, Fis)	2001 – 2005
EL-7 (Frankreich): ADEME	Forschungs-, Umwelt-, Wirtschafts- und Finanzministerium	MB (Diff, Reg, Inst, Qual, Info)	Seit 1990
EL-8 (England): Business Resource Efficiency & Waste Programme	Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA)	MB (Inst)	Seit 2005
EL-9 (England): Envirowise	DEFRA und DTI	Info	Seit 1994
EL-10 (England): National Industrial Symbiosis Programme	Business Council for Sustainable Development UK, DEFRA, DTI, Environment Agency, Regional Development Agencies, Industrieverbände	Inst	Seit 2003
EL-11 (England): Center for Sustainable Design	Faculty of Design des Surrey Institute of Art & Design, University College	MB (Diff, Qual, Info)	Seit 1995
Bundesländer			
BL-1: Effizienz Agentur NRW	Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW	MB (Info, Diff, Inst)	Seit 1994
BL-2 : Baden-Würtemberg: ECO+	Ministerium für Umwelt und Verkehr des Landes Baden-Württemberg	MB (Diff, Inst, Info)	Seit 2003
BL-3 : IPP-Initiative Bayern	Bayrisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen	Inst	Seit 2001
BL-4: Bayern: ECO-EFFIZIENZ – Flussmanagement – Materialkosten senken	Bayerische Staatsregierung im Rahmen der High-Tech-Offensive	MB (Diff, Inst, Qual, Info)	Seit 2000
BL-5: Umweltinitiative OWL	--	Info	Seit 1990
BL-6: Modell Hohenlohe – Netzwerk betrieblicher Umweltschutz und nachhaltiges Wirtschaften e.V.	--	Inst	Seit 1991
BL-7: Schwaben: Förderverein Kompetenzzentrum Umwelt Augsburg-Schwaben e.V.	--	Info	Seit 1990
BL-8: Länderübergreifend: PIUS-Projekt	Effizienz-Agentur NRW; Sonderabfall-Management-Gesellschaft Rheinland-Pfalz; Landesamt für Natur und Umwelt, Schleswig-Holstein; Hessische Industriemüll Technologie GmbH; ABAG-itm Gesellschaft für innovative Technologie- und Managementberatung mbH, Baden-Württemberg; Niedersächsische Gesellschaft zur Endablagerung von Sonderabfall mbH	Info	Seit 1991

(MB = Maßnahmenbündel, Fis = Fiskalpoltische Instrumente, Reg = Regulatorische Instrumente, Info = Informationelle Instrumente, Diff = Innovations-, Diffusions- und F&E-Politik, Qual = Qualifizierungsinstrumente, Inst = Institutionelle Instrumente, Zi = Ziele, Zielvereinbarungen und Selbstverpflichtungen)

Um einen Überblick über die Vielfalt der in den Case Studies identifizierten Detailansätze und ihrer Relevanz für das vorgeschlagene Impulsprogramm Materialeffizienz zu geben, ist in Tabelle 6-2 zusammengefasst, welche Ansätze in den Case Studies je-

weils verfolgt werden, ob es spezifische Evaluationsergebnisse für die Detailinstrumente gibt und zu welchem Ergebnis die Evaluation geführt hat.

Tabelle 6-2: Überblick über die in den Case Studies identifizierten Ansätze entlang der für das Impulsprogramm Materialeffizienz vorgeschlagenen Struktur

	IE-1 UNEP-DTIE / UNIDO: Cleaner Production Programme	IE-2 WBCSD: Öko-Effizienz Programm	IE-3 Global Footprint Network: Ökologischen Fußabdrucks	EU-1 EU: Integrated Product Policy	EU-2 EU: Ressourcenstrategie	EU-3 EU: European Integrated Pollution Prevention and Control	EU-4 EU: PREPARE	EL-1 ÖKOPROFIT Graz	EL-2 Wirtschaftsinitiative Nachhaltigkeit des Landes Steiermark	EL-3 Cleaner Production in Schweizer Betrieben	EL-4 Dänische Product Oriented Environmental Initiative	EL-5 Schweden: Environmental management in small companies	EL-6 Schweden: Environment-driven business development	EL-7 Frankreich: ADEME	EL-8 Großbritannien: Business Resource Efficiency & Waste Programme	EL-9 Großbritannien: Envirowise	EL-10 National Industrial Symbiosis Programme	EL-11 Großbritannien: Center for Sustainable Design	BL-1 Effizienz-Agentur NRW	BL-2 Baden-Württemberg: ECO+	BL-3 IPP-Initiative Bayern	BL-4 Bayern: ECO-EFFIZIENZ	BL-5 Umweltinitiative Ostwestfalen-Lippe	BL-6 Firmennetzwerk Modell Hohenlohe	BL-7 Schwaben: KUMAS – Kompetenzzentrum Umwelt	BL-8 Ländertübergreifend: PIUS-Projekt
Förderprogramm																										
Vor-Ort-Förderung	r.u.							x	x		x	x	x	x		x	x		x	x						
Netzwerkförderung in Branchen, Regionen und Produkt-Dienstleistungs-Ketten	r.u.							x								x	x						x	x		
Materialeffizienzpotenzial- und Diffusionsradar	x							x											x							x
Institution zur Umsetzung																										
Initialansprache zum Ersteinstieg und zur Motivation für die Potentialanalyse über den Beratungspool	x	x	x	x		x	x	x 😐	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Informationsangebot zu Materialeffizienzpotenzialen und Möglichkeiten ihrer Umsetzung	r.u.	x	x			x 😊		x	x	x	x			x		x 😊	x		x 😊	x	x	x				
Bereitstellung von Tools zur Materialeffizienzsteigerung	r.u.	x	x						x	x		x	x	x		x			x 😊				x	x		
Unterstützung bei der Inanspruchnahme von Förderprogrammen	x							x	x	x	x 😐	x		x		x			x				x	x		
Weiterbildung / Schulungen	x		x	x		x		x	x			x		x		x	x	x	x	x	x		x	x		
Agenda Setting zum Thema Materialeffizienz	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Spezifische Kampagnen	x	x	x											x									x			
Networking und Unterstützung der Innovationspolitik	x	x	x	x		x	x	x		x			x	x				x	x		x	x	x	x	x	x
Regionale Beratungs-/Umsetzungsstrukturen und Beratungspool								x	x	x	x	x				x			x	x				x		
Durchführung Potentialanalysen und Umsetzungsbegleitung			r.u.					x	x	x	x	x 😊		x		x	x		x 😊	x				x		
Netzwerkbildung in Branchen, Regionen und Produkt-Dienstleistungs-Ketten	x							x								x	x						x	x		
Materialeffizienzpreis								x	x																	
Evaluation	r.u.							x	x	x	x	x	x			x			x							x 😊

(8 = Existenz; ☺ 😐 ☹ = Ergebnis und Hinweis auf Ergebnis der Evaluation; r.u. = regional unterschiedlich)

6.1.2 Schlussfolgerungen aus der Programm- und Akteurslandkarte

Die vergleichende Analyse der Case Studies zeigt, dass die Mehrzahl der untersuchten Programme sich aus einem Mix verschiedener Ansätze zusammensetzt, um die Zielgruppe(n) mit unterschiedlichen Instrumenten über verschiedene Kanäle ansprechen zu können. In den vorliegenden Evaluationen wird dieses Vorgehen als erfolgsversprechend eingeschätzt; negative Interferenzen zwischen unterschiedlichen Instrumenten wurden nicht identifiziert. Deshalb wird auch für das Impulsprogramm Materialeffizienz ein Mix verschiedener Ansätze vorgeschlagen.

Die Auswahl der einzelnen Instrumente für das Impulsprogramm Materialeffizienz erfolgte auf Basis der folgenden Erkenntnisse, die die Auswahl und die Kombination der Instrumente in den Case Studies beeinflusst haben, und deren Erfahrungen und Evaluationsergebnisse widerspiegeln.

Erstens müssen die KMU jeweils an dem Ort abgeholt werden, an dem sie stehen:

- In vielen KMU besteht kein **Bewusstsein**, dass Materialeffizienz ein wichtige Option sein könnte, ihre Produktionskosten zu senken und damit ihre Wettbewerbsfähigkeit zu erhöhen. Dieses Defizit wird in vielen Case Studies adressiert mit **Informationen** über die Zusammenhänge und zu guten Beispielen aus Unternehmen, die erfolgreich ihre Materialeffizienzpotenziale nutzen
- Bei vielen KMU sind **Wissens- und Know-how-Lücken** zu schließen. Mit **Informationsangeboten, Qualifizierungsmaßnahmen** oder aber durch das Angebot von **Tools** wird in den Case Studies versucht, diese Lücken zu füllen
- Aber auch, wenn das Bewusstsein da ist und genügend Informationen zur Verfügung stehen, fehlt oft die **Motivation** und der Schwung, die Kostensenkungspotenziale auch zu erschließen. **Gute Beispiele** zu erfolgreichen Kostensenkungen durch Materialeffizienz, die **Gründung von Netzwerken** (z.B. zu Erfahrungsaustausch), aber auch die **Ausschreibung von Preisen** sind Ansätze, die in den Case Studies verfolgt werden, um die Unternehmen zu motivieren
- Wenn das **gesellschaftliche Umfeld** der KMU, Materialeffizienz als wichtiges Thema begreift, und Förderprogramme den finanziellen Hintergrund dafür bieten, ist es leichter, KMU für Materialeffizienzaktivitäten zu gewinnen. In den Case Studies werden verschiedene Ansätze des **Agenda Settings** verbunden mit **Förderprogrammen**, in denen meist **Beratung, F&E, Investitionen oder Netzwerke gefördert** werden

Zweitens brauchen KMU aufgrund der – auch in der Potenzialanalyse ermittelten – Hemmnisse eine Unterstützung im und Begleitung des Diffusionsprozesses.

- Das **aktive Zugehen auf die Zielgruppe** KMU, aber auch auf andere Akteure im KMU-Umfeld ist damit ein entscheidender Erfolgsfaktor für die Diffusion. **Beratungsangebote, Informationen, spezifische Kampagnen und andere Unterstützungsangebote** für den Diffusionsprozess werden in den Case Studies an die Zielgruppen aktiv herangetragen

- Eine **Prozessbegleitung** – nicht einmalige, kurzfristige Aktivitäten – bringen die Umsetzung am besten voran. Dieser Erfolgsbedingung wird in den Case Studies durch **zeitlich ineinandergreifende Angebote** für die einzelnen Prozessphasen und eine **längerfristige Begleitung über Beratung, Netzwerkbildung und prozessbegleitende Qualifizierungen** Rechnung getragen.

Drittens zeigen die Case Studies, dass erfolgreiche Programme geprägt sind durch

- eine **Institution,** die sich **gezielt um eine erfolgreiche Umsetzung des Programms kümmert** und mit **hoch-motivierten und hoch-qualifizierten Personen** besetzt ist
- ein **breites Netzwerk KMU-naher Akteure**, die in das Programm eingebunden sind und von den unterschiedlichsten Seiten die Materialeffizienzideen und Unterstützungsangebote immer wieder an die KMU herantragen und
- eine kontinuierliche **Evaluation des Programms und der Einzelprojekte**, die für die kontinuierliche Weiterentwicklung der einzelnen Ansätze, der Instrumente und des Gesamtprogramms genutzt wird.

Eine ausführliche Beschreibung der für das Impulsprogramm Materialeffizienz ausgewählten Ansatzpunkte und die Begründung dieser Vorschläge auf der Basis der aus den recherchierten Fallstudien zu ziehenden Schlussfolgerungen sind im Detail in Kapiteln 6.3 zu finden.

6.1.3 Akteurslandkarte

Die Ergebnisse der Recherchen zu der Akteurslandkarte sind direkt in den Text in Kapitel 6.3 eingearbeitet worden und zwar in

- **Error! Reference source not found.**
- Tabelle 6-5: Wichtige branchenübergreifende Bildungsanbieter, die im KMU-Bereich etabliert sind und bei denen Anknüpfungspunkte zu Materialeffizienzfragen bestehen
- Tabelle 6-6: Akteure mit gutem Zugang zu KMU, aber ohne spezifische zielgruppenorientierte Materialeffizienzaktivitäten
- Tabelle 6-7: Aus den Case Studies beispielhaft ausgewählte wichtige Materialeffizienzak-teure auf Länder- und regionaler Ebene

6.1.4 Hauptherausforderungen für das Impulsprogramm Materialeffizienz und seine spezifischen Antworten darauf

In den Case Studies treten klar die Defizite zu Tage, die KMU hindern, die Materialeffizienzpotenziale und damit verbundenen Kostensenkungen auszuschöpfen. Gerade bei KMU ist ein zentrales Problem, dass vorhandene innovative Technologien und Lösungen nicht eingesetzt werden. Schwächen gibt es also bei der Diffusion. Einen Beitrag zu leisten, diese Defizite abzubauen, ist die Herausforderung, vor der das Impulsprogramm Materialeffizienz steht. Folgende zentralen Punkte muss das Impulsprogramm Materialeffizienz adressieren:

- Bewusstseins- und Informationsmängel, die dazu führen, dass KMU gar nicht realisieren, welches Potenzial sie verschenken
- Personalengpässe, die die Umsetzung als sinnvoll erkannten Aktivitäten verhindern
- Transaktionskosten, die oft für KMU besonders groß sind und
- eine reine Orientierung an den Kerngeschäftsfeldern, die den Blick auf Kostensenkungspotenziale manchmal verstellt.

Informationen, die die Chancen bewusst machen, Akteure und Netzwerke, die die KMU unterstützen, und die finanzielle Förderung der Diffusionsprozesse sind die Antworten, die in den meisten Case Studies gegeben werden, um die Diffusion gerade in KMU zu beschleunigen.

Ordnet man das Impulsprogramm Materialeffizienz, das analoge Ansätze verfolgen wird, in die deutsche Förderlandschaft ein, so sieht man, dass es eine spezifische Lücke schließt. Es fokussiert auf die Diffusionsprozesse im Bereich Materialeffizienz. Die F&E- und Investitionsförderung stehen im Fokus anderer Programme, die mit dem Impulsprogramm Materialeffizienz optimal zusammenwirken können. Das vorgeschlagene Impulsprogramm Materialeffizienz greift zwar auf Elemente anderer Ansätze zurück; ein Unikat ist es durch die Kombination einer starken Orientierung auf die Kostensenkungspotenziale der Materialeffizienzsteigerungen, auf das die KMU unterstützende Akteursnetzwerk und auf die dezidierte Zielgruppenorientierung.

6.2 Grundkonzeption des Impulsprogramms Materialeffizienz

6.2.1 Ziele und Grundidee

Drei eng verzahnte Hauptziele sollen auf der Basis der Erfahrungen aus den Case Studies mit dem Impulsprogramm Materialeffizienz erreicht werden:

- Das **Thema Materialeffizienz** soll in Wirtschaft, Gesellschaft und Politik **breit etabliert** werden, um die bestehenden Kostensenkungspotenziale in KMU verstärkt ausschöpfen zu können. Das bedeutet, dass Agenda-Setting für das Thema Materialeffizienz bei verschiedenen Zielgruppen Teil des Programms sein sollte
- Die **Diffusion** von neuen Technologien und nicht-technischen Lösungen zur **Materialeffizienzsteigerung in KMU** soll **beschleunigt** werden. Da aufgrund unterschiedlichster Hemmnisse die Diffusion innerhalb von KMU oft kein Selbstläufer ist, sollten Beratungsleistungen für Analyse und Umsetzungsbegleitung Teil des Programms sein. Dazu trägt auch die **Netzwerkbildung** bei – die Förderung von Erfahrungsaustausch und Netzwerken in Branchen, in Regionen oder auch in Produkt-Dienstleistungs-Ketten.
- Für die Messbarkeit des Erfolgs ist auf die ersten beiden Ziele aufbauend auch die Formulierung eines **quantitativen Ziels** sinnvoll, um den wirtschaftlichen Erfolg des Programms fassbar machen zu können. Vorgeschlagen wird, dass die Kostensenkung in den Unternehmen und innerhalb der Wertschöpfungskette mindestens der fünf- bis zehnfachen Summe des Beratungsbudgets entsprechen sollte.

Die Erfahrungen mit und Evaluationen von KMU-Förderprogrammen haben gezeigt, dass rein finanzielle Förderprogramme ohne Begleitung durch eine Institution, die das Förderprogramm an die KMU heranträgt und dazu KMU-nahe Netzwerke nutzt, meist zum Scheitern verurteilt sind. Die drei Ziele können deshalb nur erreicht werden, wenn eine Institution ihre Umsetzung betreibt. Da diese Institution zur Umsetzung des Impulsprogramms aufgrund der für das Impulsprogramm Materialeffizienz vorgesehenen Mittel sehr „schlank" organisiert sein sollte, muss sie für die Umsetzung vor Ort sorgen, indem sie bestehende Netzwerke aktiviert und einen Beratungspool aufbaut. Diese Vor-Ort-Akteure haben das Potenzial, die drei formulierten Ziele in und mit den KMU umzusetzen.

Die bei der Vor-Ort-Umsetzung beteiligten Akteure müssen sowohl durch ein Beratungsförderprogramm („Förderprogramm Materialeffizienz") als auch über von der Institution zur Umsetzung des Impulsprogramms zur Verfügung gestellte unterschiedlichste Instrumente und Kanäle zur Zielgruppenansprache unterstützt werden.

6.2.2 Zielgruppen

Direkte Zielgruppe sind KMU, die durch das Impulsprogramm Materialeffizienz bei der Technologiediffusion und der Verbesserung ihrer Managementkompetenz/-performance im Bereich Materialeffizienz unterstützt werden sollen. Indirekte Zielgruppe sind sowohl die Akteure, die direkt in die Umsetzung des Impulsprogramms Materialeffizienz eingebunden werden (d.h. die bestehenden regionalen Materialeffizienzakteure und die Berater/-innen / Beratungsinstitutionen aus dem Beratungspool), als auch weitere Akteure aus dem Umfeld der KMU, die Einfluss auf die Umsetzungsmöglichkeiten von Aktivitäten zur Materialeffizienzsteigerung haben (Multiplikatoren und typische Ansprechpartner von KMU wie z.B. Verbände, Handelskammern, Hausbanken, Auditoren, Ingenieurbüros, Hersteller von Effizienztechnologien bzw. das umsetzende Handwerk etc.).

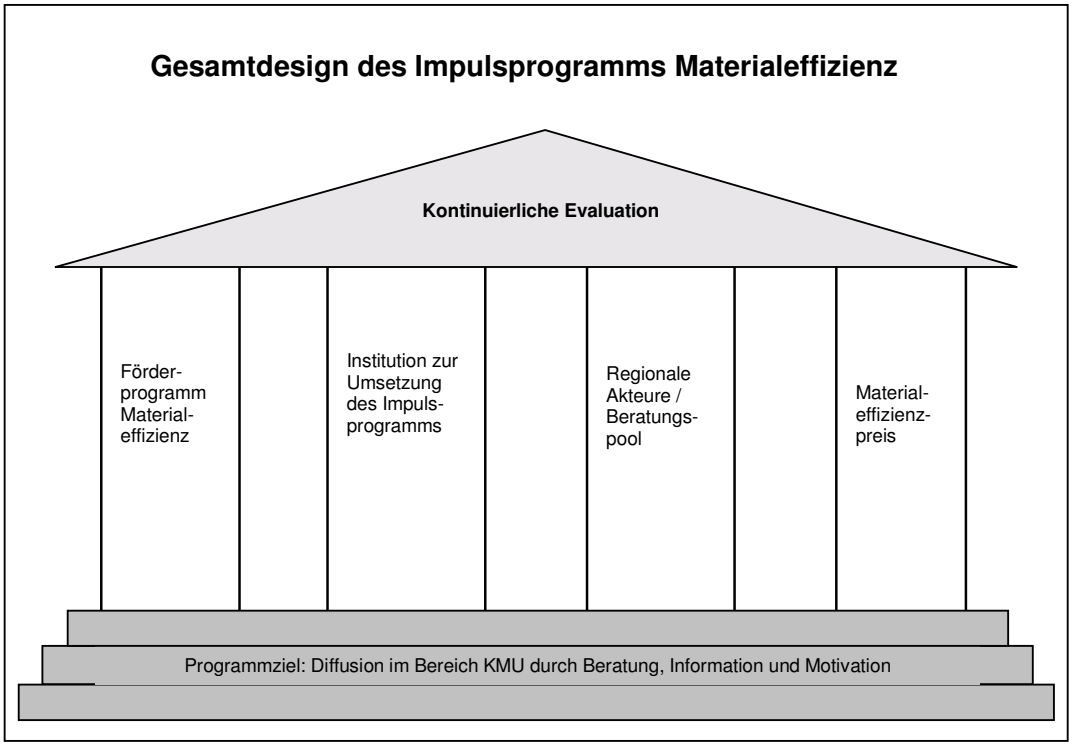
6.2.3 Hauptsäulen des Impulsprogramms Materialeffizienz und ihre Funktion

Aufbauend auf den aus der Programm- und Akteurslandkarte ableitbaren Aussagen zu Zielen, Grundidee und Zielgruppen ergibt sich der in Abbildung 6-1 dargestellte Vorschlag für die Hauptsäulen des Impulsprogramms Materialeffizienz. Die fünf zentralen Elemente des Impulsprogramms Materialeffizienz werden im Folgenden kurz vorgestellt:

- Die **Hauptfunktion des Förderprogramms Materialeffizienz** besteht in der Beschleunigung der Diffusion. Dazu werden **Potentialanalysen** und die **Umsetzungsbegleitung** durch den Beratungspool, aber auch **Netzwerke** gefördert. Die Datenbasis zu den (lebenszyklusweiten) Materialeffizienz- und Kosteneinsparpotenzialen muss außerdem deutlich verbessert werden, um die Materialeffizienzpolitik auf eine valide Basis stellen zu können; der **Materialeffizienzpotenzial- und Diffusionsradar** ist ein Beitrag dazu. Er soll sowohl den KMU als auch den regionalen Beratungs- und Umsetzungsstrukturen bzw. dem Beratungspool wertvolle Informationen für die Potentialanalysen und die Umsetzung in den KMU geben

- Eine **Institution** muss als **zentraler Netzwerkknoten des Impulsprogramms Materialeffizienz** fungieren, ist damit treibende Kraft für die erfolgreiche Umsetzung des Impulsprogramms und muss entsprechend hoch aufgehängt sein. Ein attraktiver Namen für diese Institution muss noch gefunden werden. Networking, Agenda Setting, die Bereitstellung von Basisinformationen für alle Zielgruppen, die Initialansprache und die Motivation von KMU für eine Potentialanalyse, die Unterstützung bei der Nutzung von Fördermitteln und Qualifizierungsangebote (für KMU, Beraterpool und andere Bildungsakteure) sind die zentralen Aufgaben der Institution zur Umsetzung des Impulsprogramms. Eine organisatorische Lösung über einen Geschäftsbesorgungsvertrag wäre, wie die guten Erfahrungen der Effizienz-Agentur NRW zeigen, einfach, flexibel, KMU-nah und kosteneffizient. Denkbar – aber weniger effizient und zielgruppennah – wären aber auch andere Organisationsformen.

Abbildung 6-1: Designvorschlag für das Impulsprogramm Materialeffizienz auf Basis der Programmlandkarte für die Programmphase 2006 / 2007



- Die **regionalen Beratungs- und Umsetzungsstrukturen und der Beratungspool** stellen die konkrete Umsetzung in der Region sicher und greifen dabei auf das Förderprogramm Materialeffizienz und die Angebote der Institution zur Umsetzung des Impulsprogramms zurück. Basis sind sowohl die schon bestehenden Akteure, Institutionen und Netzwerke als auch sich neu entwickelnde Akteure und Netzwerke. **Hauptaufgaben des Beratungspools** sind die Potentialanalysen in den KMU zu den Materialeffizienzpotenzialen und die Begleitung der KMU bei deren Umsetzung. Die **regionalen Beratungs- und Umsetzungsstrukturen** können – soweit sie nicht ohnehin direkt

in den Beratungspool eingebunden sind – im Rahmen ihrer eigenen Aktivitäten das Impulsprogramm Materialeffizienz nutzen

- Der **Materialeffizienzpreis** dient der Würdigung herausragender Leistungen im Bereich Materialeffizienz. Seine Öffentlichkeitswirkung unterstützt das Agenda Setting für das Thema Materialeffizienz und die damit erreichbaren Kosteneinsparungen
- Die **kontinuierliche Evaluation des Impulsprogramms Materialeffizienz**, aber auch die **Qualitätskontrolle der einzelnen Beratungen** ermöglicht einerseits die Darstellung der Erfolge des Programms und bildet andererseits die Basis, um kurzfristig Probleme und Fehler zu erkennen und abzustellen. Die Evaluation legt auch den Grundstein, um mittelfristig das Programm ambitioniert weiterentwickeln zu können. Basis der extern vergebenen Evaluation sind die gesetzten Hauptziele und die daraus zu Programmbeginn abgeleiteten Erfolgskriterien.

6.2.4 Arbeitsteilung zwischen Vorbereitungsphase 2005 und Programmphase 2006 / 2007

Die Vorbereitungsphase dient erstens dem Ziel, das Förderprogramm Materialeffizienz möglichst effektiv und effizient auf den Weg zu bringen. Zweitens soll die Grundlage gelegt werden, dass die Institution zur Umsetzung des Impulsprogramms möglichst schnell und mit hoher Qualität arbeitsfähig ist, die Mitglieder des Beratungspools akquiriert und entsprechend qualifiziert sind und die weiteren regionalen Akteure adäquat eingebunden werden können.

Die Programmphase 2006 / 2007 wurde so designed, dass sich schnell sichtbare Erfolge einstellen, da „nichts überzeugender als der Erfolg“ ist. Grundidee ist deshalb, fokussiert anzufangen und aufbauend auf den Erfahrungen und Evaluationsergebnissen das Programm kontinuierlich zu verbessern und auszubauen. Auf dieser soliden Basis kann Ende 2007 über eine sinnvolle Weiterentwicklung des Programms nachgedacht werden.

6.3 Programmphase 2006 / 2007

Im Folgenden werden für die Programmphase 2006 / 2007 die Designvorschläge für die vorgeschlagenen fünf Säulen des Impulsprogramms Materialeffizienz im Detail vorgestellt. Die einzelnen Vorschläge werden nach einem einheitlichen Schema dargestellt. Zunächst wird der vorgeschlagene Baustein des Impulsprogramm Materialeffizienz kurz erläutert, um die Zielsetzung und die Funktionsweise zu erklären. Danach wird jeweils kurz begründet, warum vor dem Hintergrund der Ergebnisse der Case Studies dieser Ansatzpunkt gewählt wurde.

6.3.1 Förderprogramm Materialeffizienz

6.3.1.1 Förderung von Potentialanalysen und Umsetzungsbegleitung

Potentialanalysen zeigen KMU ihre Potenziale zur Materialkostensenkung und erste Wege auf, diese zu erschließen. Potentialanalysen nehmen KMU entweder nach der

Initialansprache der Institution zur Umsetzung des Impulsprogramms in Anspruch (vgl. Kapitel 6.3.2) oder sie werden von den Beratungsinstitutionen/-personen des Beratungspools akquiriert (vgl. Kapitel 6.3.3). In beiden Fällen wird die Analyse durch Berater/-innen aus dem Beratungspool durchgeführt.

Die Potentialanalysen sollen nach folgendem Muster gefördert werden: Die KMU erhalten für die Potentialanalyse einen verlorenen Zuschuss zu den Beratungskosten von maximal 10.000 Euro. Dies führt zu einer relativ stärkeren Förderung von kleineren Unternehmen.

Die Umsetzungsbegleitung dient vor allem dazu, die in den Potentialanalysen identifizierten Optionen zu detaillieren und die Diffusion innovativer (Querschnitts-)Technologien, nicht-technologischer Effizienzsteigerungspotenziale, unternehmensinterner übergreifende Planungs- und Managementansätze zur Materialeffizienzsteigerung und Qualifizierung zu begleiten, da gerade in KMU dazu oft weder die Kapazitäten noch die Qualifikationen vorhanden sind. Darunter fällt auch die Förderung innovativer Materialeffizienzaktivitäten KMU-naher Akteure für die Zielgruppe KMU (z.B. innovative Ansätze für die Finanzierung von Materialeffizienzinvestitionen durch die Hausbanken im Umfeld von Basel II). Für die Förderung des Zuschusses zu den Kosten der Umsetzungsgleitung gibt es zwei Varianten. Erstens kann sie nach dem realisierten Einsparungserfolg erfolgen. Dabei wird vorgeschlagen, dass der maximale Zuschuss bei 2 % der über die ersten drei Jahre kumulierten Materialkosteneinsparung liegt. Dies fördert verstärkt auch die Umsetzung von Maßnahmen mit längeren Amortisationszeiten. Zweitens kann der maximale Zuschusse bemessen werden nach dem veranschlagten Beratungshonorar. Dafür wird vorgeschlagen, 30 % der veranschlagten Beratungskosten zu fördern.

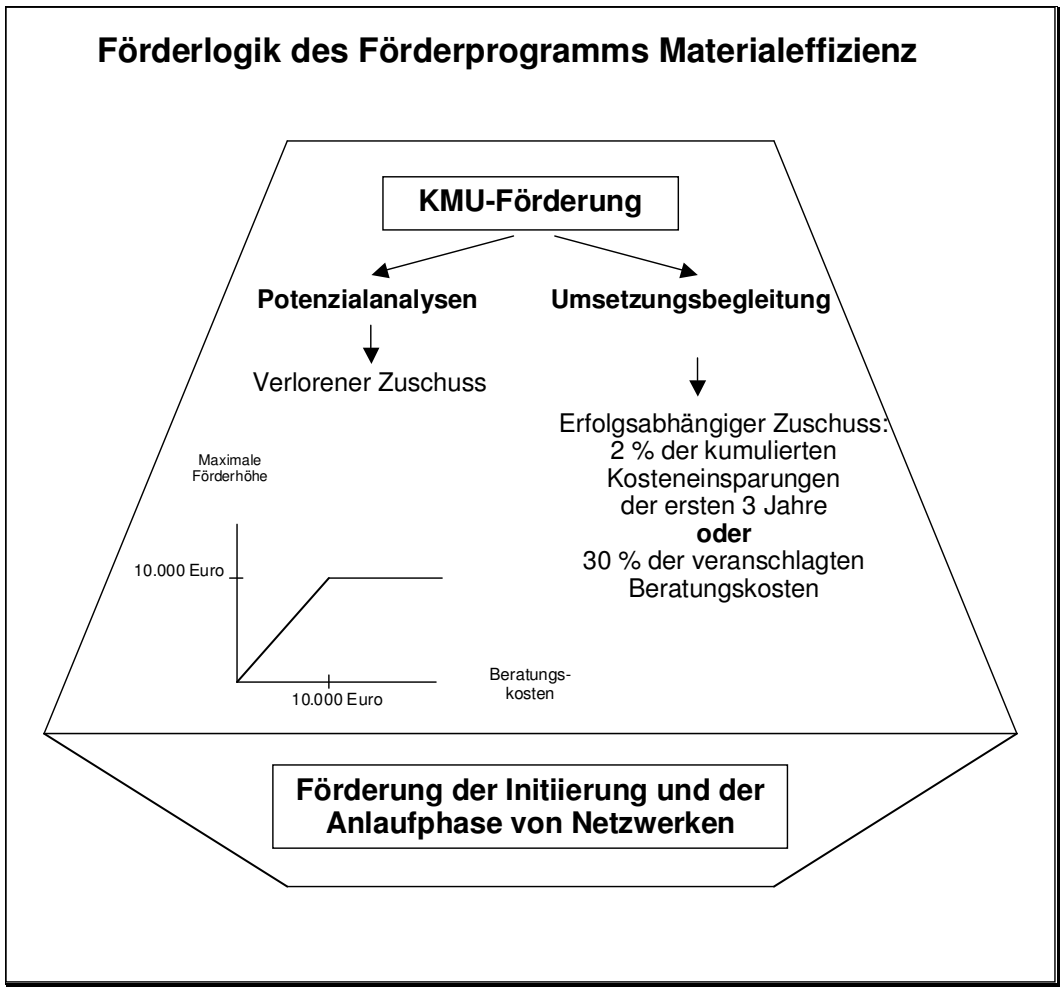
Die Tabelle 6-3 und Abbildung 6-2 fassen die Vorschläge komprimiert zusammen.

Tabelle 6-3: Förderansatz des Förderprogramms Materialeffizienz im Bereich der direkten KMU-Förderung

Förderansatz Materialeffizienz			
Projektphase	**Fördertatbestand**	**Volumen**	**Ansatz**
Potenzialanalyse (Phase 1)	**Analysedurchführung**: Erstanalyse zum Screening möglicher Ansatzpunkte zur Materialeffizienzsteigerung	**Potenzialanalyse:** 10.000 EUR abhängig von Materialkosten	Vollförderung mit Deckelung, Kurzantrag des Unternehmens
Umsetzungsbegleitung, inkl. Weiterbildung und Schulung (Phase 2)	Unterstützung des Umsetzungsprojekts durch den Berater. **Voraussetzung:** Vorliegen der Potentialanalyse (Phase 1)	**Umsetzungsbegleitung inkl. Detailanalyse:** Maximal 2 % der Materialkosteneinsparung, die für die ersten 3 Jahre für die Maßnahmen ermittelt wurden, die umgesetzt werden sollen oder	Teilförderung mit Deckelung, Antrag des Unternehmens. Über einen Deckelungsbetrag ist noch zu entscheiden

		30 % der veranschlagten Beratungstage	

Abbildung 6-2: Vorschlag für das Förderdesign des Förderprogramms Materialeffizienz



Begründung für den Baustein:

In einer Reihe der analysierten Case Studies erwies sich die Förderung der Potentialanalysen und der Umsetzungsbegleitung als erfolgreich, da die Hemmschwelle der KMU dadurch überwunden werden konnte, neue Wege der Kosteneinsparung über Materialeffizienzsteigerungen zu gehen (EL-1, EL-2, EL-4, EL-5, EL-6, EL-7, EL-9, EL-10, BL-1, BL-2).

Der Vorschlag zur konkreten Förderstruktur ist folgendermaßen begründet:

Zielgruppenspezifische Förderstruktur: KMU sind oft relativ kritisch gegenüber Beratungsinstitutionen, da sie den Nutzen für sich zunächst nicht sehen. Selbst für eine Kurz-Analyse sind gerade kleine Unternehmen oft nur zu gewinnen, wenn keine Kosten entstehen. Zeigt die Kurz-Analyse ihnen dann konkret auf, was sie tun könnten, um ihre Kosten zu senken, und hilft ihnen dann auch noch jemand, die Einsparpotenziale auch zu heben, so sind sie wesentlich leichter für die Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen zu gewinnen. Größere KMU haben oft mehr Erfahrungen mit externer Beratung und nutzen sie auch gezielt; sie sind dadurch i.d.R. auch bereit, einen Teil der Kosten von Anfang an zu übernehmen. Daraus ergibt sich für die Förderung der Potentialanalysen der Vorschlag, einen Maximalbetrag zu fördern, um Unternehmen mit geringen Materialkosten und damit i.d.R. auch geringen Kosten für die Potentialanalyse vollständig von den Beratungskosten zu entlasten. Die Deckelung bei 10.000 Euro Fördersumme wird vorgeschlagen, um die Kostenbeteiligungsbereitschaft größerer Unterneh-

men zu nutzen und Mitnahmeeffekte zu verringern. Die über die Fördersumme hinausgehenden Beratungskosten müssen vollständig vom Unternehmen gezahlt werden. Die erfolgsabhängige Förderung der Umsetzungsbegleitung ist sinnvoll, da damit das Eigeninteresse der KMU, aber auch der Berater/-innen an möglichst hohen Materialkosteneinsparungen unterstützt wird.

Fördertatbestände: Für den Förderansatz gibt es die Optionen der direkten Förderung (gefördert werden Investitionen in Technologien zur Optimierung der Materialeffizienz; die Förderung kann z.B. als direkter Investitionszuschuss gewährt werden) und der indirekten Förderung (gefördert werden immaterielle Tatbestände, die zu Materialeffizienz führen; Fördertatbestände sind z.B. Wissensvermittlung / Qualifizierung, Beratung, Informationsdiffusion, Umsetzungsbegleitung). Empfohlen wird der Ansatz einer indirekten Förderung. Gefördert werden sollen vor allem die Beratung (Potenzialanalysen, Umsetzungsbegleitung), die Netzwerkbildung und die Informations- und Know-how-Diffusion. Die in der Studie identifizierten Hemmnisse und Routinen in KMU zeigen nämlich klar, dass die Diffusion von Materialeffizienz-Technologien und Wissen innerhalb der Unternehmen kein Selbstläufer ist und die Blockade in der Vor- und Entscheidungsphase in den Betrieben liegt. Zur direkten Investitionsförderung gibt es bereits etablierte Förderprogramme wie z.B. der KfW, die in Anspruch genommen werden können.

Zeitstruktur der Förderung: Projekte zur Materialeffizienz durchlaufen die Phasen Potenzialabschätzung, Umsetzung und Implementierung sowie Evaluation. In der Potenzialanalyse wird zunächst untersucht, ob Maßnahmen zur Materialeffizienz zu Kosteneinsparungen, ggf. auch zu positiven Umsatzaspekten führen können. Der zeitliche Umfang der Potenzialabschätzungsphase hängt ab von der Größe des Unternehmens, dem Materialverbrauch und von den vorliegenden Vorarbeiten. Erfahrungsgemäß wird eine Fokussierung auf solche Potenziale erfolgen, die kurzfristig die höchste Umsetzbarkeit aufweisen und die dann in der folgenden Umsetzungsphase weiter vertieft werden. Die Umsetzungsphase vertieft die Potenzialanalyse bis zur Umsetzungsreife und begleitet die Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen. Je nach Komplexität der Projektes kann die Länge und Arbeitsintensität der Umsetzungsphase stark variieren. Die Evaluationsphase leistet einen Rückblick auf das Geleistete. Die eingetretenen Effekte werden gemessen. Lernerfahrungen und Konsequenzen werden aufgenommen. Für den zeitlichen Aspekt des Förderprogramms gibt es zwei Kernoptionen: Erstens die Förderung von Potenzialanalysephase, Umsetzungsphase und Evaluationsphase: Der gesamte Projektzyklus wird durchgehend unterstützt. Zweitens eine Schwerpunktförderung: Einzelne Projektphasen werden vollständig gefördert, andere Projektphasen werden schwerpunktmäßig vom Unternehmen selber (evtl. mit Unterstützung) oder anderen Organisationen durchgeführt. Für die erste Option spricht, dass KMU die Potenzialabschätzung, aber auch die Umsetzung oft selbst nicht leisten können (keine ausreichend finanziellen Ressourcen, Zeitknappheit, Know-how-Mangel, mangelnde Projektplanungskapazitäten etc.). Die zweite Option ist aus Gründen des effizienten Einsatzes der Fördermittel sinnvoll, da die in spezifischen Teilbereichen auftretenden Hemmnisse spezifisch gefördert werden können. Empfohlen wird die Durchführung der Förderung von Potenzialanalyse (denn hier wird die Grundlage für die Willensbildung im Unternehmen gelegt), Umsetzungsbegleitung (um die Ausschöpfung der Materialeffizienzpotenziale auch sicherzustellen) und externer Evaluation (denn hier werden Erkenntnisse über den Projekterfolg und mögliche Multiplikatorwirkungen gewonnen.

Förderhöhe: Zur Festlegung des Umfanges der Förderung wird nach Vollförderung (Erstattung aller Projektkosten) oder Teilförderung (Erstattung eines Teiles der Projektkosten) unterschieden. Die optimale Fördereffektivität ergibt sich aus einer Mischung aus Voll- und Teilförderung. Die Phase der Potenzialanalyse sollte bis zu einer bestimmten Maximalhöhe voll gefördert werden. Die Phase der Umsetzungsbegleitung sollte teilweise und erfolgsabhängig gefördert werden. Die Phase der Evaluation sollte wieder voll gefördert werden. Die Potenzialanalyse stellt die größte Hürde dar, ein Projekt zu starten. Der Einsatz einer Beratungsinstitution sollte für diese Phase bis zu einer gewissen Maximalhöhe ohne Kosten für das Unternehmen möglich sein. Für die Umsetzungsphase kann abhängig von der erreichten Materialkosteneinsparung eine Teilförderung gewährt werden.

6.3.1.2 Netzwerkförderung

Da die Umsetzung von Materialeffizienzsteigerungen massiv von dem Umfeld abhängt, in das die KMU eingebunden sind, soll die Initiierung und die Anfangsphase von Netzwerken gefördert werden, die Materialeffizienz als wichtigen Aspekt der Kostensenkung vorantreiben und entsprechende Erfolgsbeispiele und Umsetzungserfahrungen weitervermitteln. Wichtiger Anknüpfungspunkt für KMU sind Branchen, (Querschnitts-) Technologien, die Region und die Wertschöpfungskette. Branchennetzwerke und Produkt-Dienstleistungs-Ketten-übergreifende oder regionale Netzwerke zur Materialeffizienzsteigerung sollten deshalb für die Anlaufphase gefördert werden – mit dem Ziel, dass sie sich aufgrund der Vorteile, die sie den Netzwerkmitgliedern bieten, nach einer ein- bis zweijährigen Anlaufphase sich selbst tragen. Dabei sind gerade auch innovative Institutionen und Netzwerke einzubinden, die entweder von einer Gruppe KMU allein getragen werden oder die von KMU-nahen Akteuren für KMU ins Leben gerufen werden (z.B. BL-6 oder BL-5).

Begründung für den Baustein:

Die meisten der untersuchten Case Studies legen einen Fokus auf die Vernetzung der Akteure; eine gezielte Förderung ist allerdings nur in einigen Programmen vorgesehen (EL-1, EL-9, EL-10, BL-5, BL-6). Aufgrund der nicht so umfangreichen finanziellen Ausstattung des Impulsprogramms Materialeffizienz wird die Nutzung der Potenziale anderer Akteure und deren Vernetzung einen starken Stellenwert haben müssen; diese zu stärken, ist deshalb sehr wichtig (s. auch der in Kapitel 6.3.2.7 vorgeschlagene Schwerpunkt der Institution zur Umsetzung des Impulsprogramms auf Networking-Aktivitäten). Erfahrungen haben gezeigt, dass für die erfolgreiche Umsetzung eine hohe Motivation der KMU ein wichtiger Faktor ist. Motivation und die Bereitschaft, externe Berater/-innen in das eigene Unternehmen zu lassen, wird insbesondere durch Mund-zu-Mund-Propaganda über Good-Practice-Beispiele von Kolleg/-innen erzielt.

6.3.1.3 Materialeffizienzpotenzial- und Diffusionsradar

Die Wissensbasis zu den lebenszyklusweiten Materialeffizienzpotenzialen und den Innovationen – mit deren Hilfe sie erschlossen können – sowie den Diffusionsbedingungen ist bei KMU, aber z.T. auch bei den Beratungsinstitutionen zu schmal, um erfolgreich die Materialeffizienzkosten senken zu können. Wissen in diesen Bereichen würde auch helfen, die Materialeffizienzpolitik auf eine validere Basis stellen zu können. Der Materialeffizienzpotenzialradar soll deshalb aufzeigen, welche Potenziale bestehen, und der Diffusionsradar weist zielgruppenspezifisch Wege, wie die Potenziale konkret über die Diffusion von technischen und systemischen Innovationen erschlossen werden können. Um den Materialeffizienzpotenzial- und Diffusionsradar erstellen zu können, besteht – neben dem gezielten Zusammentragen von Informationen zu den Potenzialen und die für ihre Umsetzung notwendigen Innovationen – spezifischer Entwicklungs- und Forschungsbedarf:

- Analytische Vertiefung der sektoralen Untersuchungen zu den Ursachen-Wirkungs-Zusammenhängen der Veränderung der Materialeffizienz (endogene Veränderungen, Veränderung der Rahmenbedingungen)
- Vertiefende Analysen zur Wirksamkeits- und Effizienzabschätzung geeigneter Maßnahmen in den relevanten Sektoren (methodisch kann dafür das von der Europäischen Kommission als Rahmen erarbeitete „Regulatory Impact Assessment“ genutzt werden, um ökonomische, soziale und ökologische Kriterien zu integrieren)

- Arbeiten zur sektoralen Verknüpfung zwischen einzelnen Sektoren in Deutschland und international – insbesondere für die herausgearbeiteten TMR-relevanten Sektoren und ihre Nachfrage – in Kooperation zwischen Input-Output Analysen einerseits und Industrieverbänden / Marktanalysten andererseits
- Aufgrund der besonderen Bedeutung von Kleinstunternehmen (v.a. Handwerksbetriebe mit weniger als 10 Mitarbeiter/-innen), die oft nur recht schwierig in Förderprogramme eingebunden werden können, sollte außerdem eine Studie für die Optimierung der Ansprache von Kleinstunternehmen vorgesehen werden (Analyse der Wirkungen / Wirkungsweise bestehender Ansätze, Test neuer Ansätze etc.), um in der Programmphase ab 2008 spezifische Angebote für diese Zielgruppe machen zu können.

Begründung für den Baustein:

Im Rahmen der Untersuchungen zur Potenziallandkarte zeigten sich Datenlücken, deren Schließung eine wesentlich effektivere und effizientere Umsetzung in den KMU und der Politikgestaltung ermöglichen würde. Ansätze zur Schließung von Datenlücken finden sich in den Case Studies IE-1, EL-1, BL-1, BL-8.

6.3.2 Institution zur Umsetzung des Impulsprogramms

6.3.2.1 Organisationsform und Namensgebung

Eine Institution muss als zentraler Netzwerkknoten des Impulsprogramms Materialeffizienz fungieren, ist damit treibende Kraft für die erfolgreiche Umsetzung des Impulsprogramms und muss entsprechend hoch aufgehängt sein. Ein attraktiver Namen für diese Institution muss noch gefunden werden. Networking, Agenda Setting, die Bereitstellung von Basisinformationen für alle Zielgruppen, die Initialansprache und die Motivation von KMU für eine Potentialanalyse, die Unterstützung bei der Nutzung von Fördermitteln und Qualifizierungsangebote (für KMU, Beraterpool und andere Bildungsakteure) sind die zentralen Aufgaben der Institution zur Umsetzung des Impulsprogramms. Abbildung 6-3 zeigt zusammengefasst, wie die Institution zur Umsetzung des Impulsprogramms arbeiten soll. Im Detail sind die einzelnen Aufgaben in den folgendem Kapiteln beschrieben.

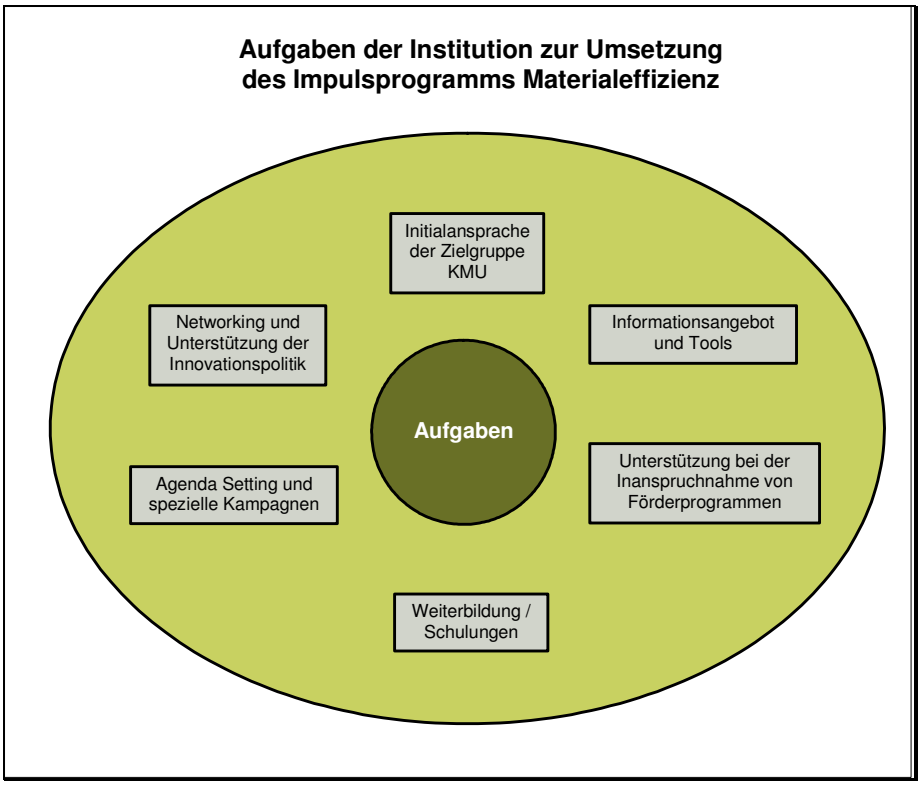
Als qualitative Anforderungen an die Institution gelten die Kriterien Effizienz und Effektivität. Zur Realisierung der Institutionalisierung gibt es folgenden Hauptoptionen:

- **Übertragung der Aufgaben an einen bestehenden Projektträger / eine bestehende Organisation**. Denkbar wäre etwa die Übertragung an eine bestehende Organisation des Bundes wie z.B. an die dena. Für diese Option sprechen die folgenden zwei Argumente:
  - Kostenersparnis durch Minimierung Gründungsaufwand und
  - Querverbindung zu anderen Programmen.
- **Schaffung einer neuen Institution:** Diese Option sieht den Aufbau einer eigenen Institution (via Ausschreibung und Geschäftsbesorgungsvertrag) vor, vergleichbar mit dem Modell der Effizienz-Agentur in Nordrhein-Westfalen. Für diese Option sprechen die folgenden Argumente:

- Inhaltliche Ausrichtung: Die nötige inhaltliche Ausrichtung inkl. der dazu nötigen Kompetenzen sind heute in keiner der bestehenden Organisationseinheiten gegeben
- Öffentlichkeitswirksamkeit und Akzeptanz: Die Öffentlichkeitswirksamkeit aber auch die Akzeptanz des Programms bei den Zielgruppen wird durch eine dedizierte Ausrichtung auf Kostensenkung deutlich erhöht
- Diese Lösung verbindet eine geringe Regelungsdichte (z.B. öffentliche Ausschreibungen) mit hoher Flexibilität und Effizienz
- Höhere Attraktivität für "High-Potentials" zur Leitung bzw. Mitarbeit in der Institution.

Die Realisierung der zweiten Option „Schaffung einer Institution zur Umsetzung des Impulsprogramms Materialeffizienz“ wird empfohlen.

Abbildung 6-3: Vorschlag zu den Aufgaben der Institution zur Umsetzung des Impulsprogramms



6.3.2.2 Initialansprache der Zielgruppe KMU

Die Initialansprache soll den Ersteinstieg der KMU in ein konkretes Materialeffizienzprojekt erleichtern. Es soll die KMU informieren und für die eigenen Handlungsmöglichkeiten sensibilisieren. Ziel der Initialansprache ist es außerdem, die KMU über die Darstellung der erreichbaren Vorteile und von Good-Practice-Beispielen zu motivieren,

das Angebot einer differenzierten Potentialanalyse durch die Beratungsinstitutionen bzw. Berater/-innen aus dem Beratungspool anzunehmen.

Begründung für den Baustein:

Eine gezielte Initialansprache hat sich in den meisten Case Studies (IE-1, IE-2, IE-3, EU-1, EU-3, EU-4, EL-1, EL-2, EL-3, EI-4, EL-5, EL-6, EL-7, EL-8, EL-9, EL-10, EL-11, BL-1, BL-2, BL-3, BL-4, BL-5, BL-6, BL-7, BL-8) als wirksamer Türöffner erwiesen, um KMU grundsätzlich für ein Materialeffizienzprojekt zu gewinnen.

6.3.2.3 Informationsangebot und Tools zu Materialeffizienzpotenzialen und Möglichkeiten ihrer Umsetzung

Um im Rahmen der Initialansprache, aber auch für KMU, die sich (noch) nicht beraten lassen wollen bzw. KMU, die Informationen für ihre schon laufenden Aktivitäten suchen, Informationen bereitstellen zu können (z.B. zu Materialeffizienzpotenzialen, Umsetzungsoptionen, technischen und organisatorischen Good-Practice-Beispielen, Netzwerken / Kontaktpersonen u.v.m.), sollten verschiedene Informationsquellen zur Verfügung gestellt werden. Eine breite, differenzierte Zielgruppenansprache über unterschiedliche Kommunikationskanäle stellt den Zugang zu den unterschiedlichsten Teilgruppen im Bereich KMU sicher.

Über folgende Kommunikationskanäle sollten die KMU angesprochen werden:

- Internetportal
- Broschüren, Leitfäden, Good-Practice-Dokumentationen
- Periodika (z.B. Mailnewsletter, zweimonatliche Zeitschrift, jährlicher Erfolgsbericht)
- Veranstaltungen
- Messeteilnahmen, Materialeffizienzmesse, Materialeffizienzkongress.

Über diese unterschiedlichen Informationskanäle können aber auch andere Interessenten bedient werden, die viel zum Erfolg des Impulsprogramms Materialeffizienz beitragen können – seien es beispielsweise Berater/-innen aus dem Beratungspool, intermediäre Akteure mit intensivem KMU-Kontakt (z.B. Banken, Unternehmens-, Handels- und Industrieverbänden etc.), Behörden oder auch die Medien und die (Fach-)Öffentlichkeit.

Hauptziel der Tools ist die Unterstützung einer effizienten und effektiven Abwicklung von Materialeffizienzaktivitäten (von der Status-Quo-Analyse bis zur Evaluation der umgesetzten Lösung). Sowohl die KMU als auch die Mitglieder des Beratungspools sollen von den entwickelten Tools profitieren können. Die Erfahrungen haben gezeigt, dass es für den Umsetzungserfolg in den KMU und die Motivation aller beteiligten Akteure wichtig ist, dass genau für KMU „maßgeschneiderte“ Tools angeboten werden.

Es sollen sowohl Tools zur Erfassung der Materialströme und Materialkosten (vgl. z.B. den Materialeffizienzrechner der Effizienz-Agentur NRW – BL-1) und darauf aufsetzende Benchmarking-Tools (z.B. Tools zum Einsatz von Indikatorensystemen und Datenbank für den unternehmensübergreifenden Vergleich etc.) bereitgestellt werden als auch Tools für die Umsetzung von Materialeffizienzaktivitäten sowohl auf der techni-

schen wie auch auf der Managementseite (z.B. Berechnungstool zur projektlebenszyklusweiten Planung etc.).

Die Institution zur Umsetzung des Impulsprogramms kann dabei auf die in der Vorbereitungsphase 2005 entstandenen Vorarbeiten zu Informationsangeboten und das Basis-Set von Tools aufbauen (vgl. Kapitel 6.4.1 und 6.4.3). Aufgabe in der Programmphase 2006 / 2007 ist die kontinuierliche Pflege und Weiterentwicklung der Informationsangebote und die Optimierung der Ansprachekanäle.

Begründung für den Baustein:

Informationsangebote sind aufgrund des systematischen Informationsmangels bei KMU zum Thema Materialeffizienz integraler Bestandteil fast aller Case Studies (IE-2, IE-3, EU-3, EL-1, EL-2, EL-3, EL-4, EL-7, EL-9, EL-10, BL-1, BL-2, BL-3, BL-4). In der Regel werden auch mehrere Kanäle der Ansprache gewählt. Welchen Anteil die Informationsangebote an den Erfolgen der im Rahmen der Case Studies direkt angestoßenen Projekte und darüber hinaus (indirekte Wirkung) haben, ist den Evaluationen nicht zu entnehmen.

Die Bereitstellung unterschiedlichster Tools ist in den meisten Case Studies eine wesentliche Voraussetzung für den Erfolg der Programme / Initiativen. Durch den Rückgriff auf eine breite Palette von Analyse- und Controllinginstrumenten kann eine individuelle und bedarfsorientierte Förderung der KMU gewährleistet werden. Ferner ergibt sich so die Option, (noch) nicht am Prozess beteiligten KMU Angebote zur „Hilfe zur Selbsthilfe" zu machen. Der Schwerpunkt der angebotenen Tools liegt bei Checks, Indikatorensystemen und EDV-gestützten Methodenblättern (IE-2, IE-3, EL-2, EL-3, EL-5, EL-6, EL-7, EL-9, BL-1, BL-5, BL-6). Die vorliegenden Evaluationen kommen durchweg zu positiven Ergebnissen.

6.3.2.4 Unterstützung bei der Inanspruchnahme von Förderprogrammen

Die Institution zur Umsetzung des Impulsprogramms ist für die Beratung zum Förderprogramm Materialeffizienz und seine (inhaltliche) Abwicklung verantwortlich.

Außerdem unterstützt sie KMU und die Mitglieder des Beratungspools bei der Nutzung von Fördermitteln, die primär anderen Förderzielen dienen (z.B. F&E-Förderung oder Investitionsförderung, die im Umfeld des Bereichs Material- und Effizienzsteigerung angesiedelt sind), aber auch für die Aktivitäten im Bereich Materialeffizienzsteigerung genutzt werden können. Um die Reichweite des Impulsprogramms Materialeffizienz zu erweitern, ist es sinnvoll, diese schon bestehenden Forschungs- und KMU-Förderprogramme zu nutzen. **Error! Reference source not found.** gibt einen ersten Überblick über wichtige Optionen. In Anhang B-3 werden die Forschungs- und Förderprogramme im Detail vorgestellt. Um KMU die Möglichkeit zu eröffnen, die Forschungs-/KMU-Förderprogramme schnell zu finden und die Hürden der Fördermittelbeantragung und -abwicklung zu senken, sind sowohl ein Förderrecherchetool als auch persönliche Beratung sinnvoll.

Das in der Vorbereitungsphase im Jahr 2005 entstandene Förderrecherchetool (vgl. Kapitel 6.4.3) sollte in der Programmphase 2006 / 2007 kontinuierlich gepflegt und weiterentwickelt werden.

Begründung für den Baustein:

Da für KMU das Auffinden von für sie geeigneten Fördermöglichkeiten und noch in viel stärkerem Maße die Beantragung und Abwicklung von Förderprojekten eine große Herausforderung darstellt, wird in vielen der Case Studies der intensiven Unterstützung der KMU im Bereich Förderung ein hoher Stellenwert eingeräumt (IE-1, EL-1, EL-2, EL-3, EL-4, EL-5, EL-7, EL-9, BL-1, BL-5, BL-6).

Tabelle 6-4: Überblick über wichtige zum Impulsprogramm Materialeffizienz korrespondierende Forschungs- und KMU-Förderprogramm

- Baden-Württemberg: Umweltschutz- und Energiesparförderprogramm
- Berlin: ProFIT – Förderung von Forschung, Innovationen und Technologien – Zuschüsse aus dem Innovationsförderfonds
- Berlin: Umweltentlastungsprogramm
- Hamburg: Unternehmen für Ressourcenschutz
- NRW: Initiative ökologische und nachhaltige Wasserwirtschaft
- NRW: Regionale Nachhaltigkeit / Sozial-ökologische Forschung
- NRW: Technologie- und Innovationsprogramm (TIP)
- Niedersachsen: Innovationsförderprogramm
- Niedersachsen: Wirtschaft und Umwelt
- Sachsen-Anhalt: Mittelstandsberatungsprogramm (Beratungshilfeprogramm)
- Schleswig-Holstein: Förderung ökotechnischer und ökowirtschaftlicher Maßnahmen
- Bund: ERP-Innovationsprogramm
- Bund: ERP-Umwelt- und -Energiesparprogramm
- Bund: Förderung der Beratungen von Handwerksunternehmen durch Kammern und Fachverbände
- Bund: Forschung für die Produktion von morgen
- Bund: Innovationen als Schlüssel für Nachhaltigkeit in der Wirtschaft
- Bund: Innovative regionale Wachstumskerne
- Bund: Rahmenprogramm des BMBF für eine zukunftsfähige innovative Gesellschaft
- Bund: Umweltschutzförderung der Deutschen Bundesstiftung Umwelt
- Bund: Werkstoffinnovationen für Industrie und Gesellschaft —WING
- Bund: Wirtschaftsbezogene Nachhaltigkeit / Integrierte Umwelttechnik
- Europäische Union: Sechstes Umweltaktionsprogramm

6.3.2.5 Weiterbildung / Schulungen

Die Umsetzung von Materialeffizienzaktivitäten setzt entsprechende Qualifikationen voraus. Zielgruppe von Qualifizierungen sind aber nicht nur KMU, da i.d.R. eine Reihe weiterer Akteure in den Umsetzungsprozess eingebunden sind. Diese begleitenden Akteure haben einen entscheidenden Einfluss auf die Realisierungschancen und -erfolge. Für die vorgeschlagene Konstruktion des Impulsprogramms Materialeffizienz ist es außerdem zentral, dass die Personen / Institutionen aus dem Beratungspool die notwendige Qualifikationen (Tiefe und Breite) mitbringen, um die KMU kompetent und umfassend beraten zu können. Daraus ergeben sich folgende Zielgruppen der Qualifizierung im Rahmen des Impulsprogramms Materialeffizienz:

- Personen in KMU, die Materialeffizienzaktivitäten anstoßen können (Management, Techniker/-innen, Finanzverantwortliche, Energie- / Umweltschutzbeauftragte etc.)
- im Rahmen des Impulsprogramms Materialeffizienz in den Beratungspool eingebundene Beratungsinstitutionen / -personen und

- KMU-nahe Akteure, die die KMU bei der konkreten Umsetzung der Materialeffizienzmaßnahmen unterstützen oder Technologien / Lösungen dafür anbieten (z.B. Handwerk, Hersteller von Effizienztechnologien, Berater/-innen bzw. Technologiebewerter/-innen in den Hausbanken etc.).

Die Institution zur Umsetzung des Impulsprogramms stellt für alle Zielgruppen Schulungsmaterialien zur Verfügung, sie führt aber mit Ausnahme von Train-the-Trainer-Veranstaltungen keine Qualifizierungen durch, sondern nutzt dafür die regionalen Beratungs- und Umsetzungsstrukturen und die Mitglieder des Beratungspools. Außerdem sollte die Institution zur Umsetzung des Impulsprogramms einen Beitrag zur Einbindung der Materialeffizienz in die Angebote und „Curricula" von (Berufs-)Schulen, Universitäten, Trägern der betrieblichen Fort- und Weiterbildung etc. leisten.

Um die Reichweite der angebotenen Qualifizierungsangebote der Institution zur Umsetzung des Impulsprogramms zu erhöhen, ist es sinnvoll, im KMU-Bereich bereits etablierte Bildungsträger und neue Lernformen (z.B. Blended-learning, e-learning etc.) mit einzubeziehen. In Tabelle 6-5 sind beispielhaft Anbieter von Qualifizierungen aufgelistet, die im KMU-Bereich breit akzeptiert sind und bei denen Anknüpfungspunkte zu Materialeffizienzaspekten bestehen. Sie sollten schon im Rahmen der in der Vorbereitungsphase (vgl. Kapitel 6.4.2) vorgesehenen Entwicklung von zielgruppenspezifischen Schulungsmaterialien mit einbezogen werden, um Doppelarbeiten zu vermeiden und schon erste Kooperationsvereinbarungen treffen zu können.

Begründung für den Baustein:

Aus-, Fort- und Weiterbildungsaktivitäten für KMU und ihr Umfeld sind zentraler Bestandteil der meisten der in den Case Studies vorgestellten Ansätze (IE-1, IE-3, EU-1, EU-3, EL-1, EL-2, EL-5, EL-7, EL-9, EL-10, EL-11, BL-1, BL-2, BL-3), da gerade bei KMU ein großes Defizit im Bereich der Qualifizierung festzustellen ist. Hintergrund hierfür ist, dass gerade KMU oft weder die finanziellen noch die personellen Kapazitäten besitzen, um entsprechende Maßnahmen eigenständig zu initiieren bzw. durchzuführen.

6.3.2.6 Agenda Setting und spezielle Kampagnen

Üblicherweise werden im öffentlichen Bewusstsein Effizienzsteigerungen in Unternehmen primär mit Personalabbau gleichgesetzt. Dass ein wesentlicher Kostenblock – die Materialbeschaffungs- und -handlingkosten – in den meisten KMU überhaupt nicht unter die Lupe genommen wird, um Einsparungen zu erreichen, ist hingegen nicht im öffentlichen Bewusstsein. Wesentliche Aufgabe der Institution zur Umsetzung des Impulsprogramms ist es deshalb, das Thema Materialeffizienz in die gesellschaftliche Debatte zu bringen. Ziel des Agenda Settings sollte sein, den KMU und auch anderen Akteuren die Potenziale der Materialeffizienzsteigerung bewusst zu machen und gleichzeitig die Motivation zum Handeln zu erzeugen. Wird die Frage nach den Materialkosteneinsparungspotenzialen so allgegenwärtig wie nach den Einsparungen im Personalbereich, so werden nicht nur Unternehmen, sondern auch viele weitere Akteure aktiv werden. Die KMU werden die Kosteneinsparungsmöglichkeiten ausschöpfen, für Beratungsunternehmen oder Materialeffizienz-Technologieanbieter werden neue Geschäftsfelder entstehen, Verbände können ihren Mitgliedern neue Managementtools anbieten etc.

Das in der Vorbereitungsphase (vgl. Kapitel 6.4.5) vorgeschlagene zielgruppenspezifische Werbe- und Motivationsprogramm kann eine hervorragende Basis für das Agen-

da Setting der Institution zur Umsetzung des Impulsprogramms sein und in der Programmphase 2006 / 2007 weitergeführt werden.

Der effektive Agenda Setting Ansatz, spezielle Kampagnen und Initiativen aufzulegen, verfolgt zwei Zielsetzungen. Erstens können spezifische Themen, die keine „Dauerbrenner" sind, in den Fokus gestellt werden. Diese temporäre Schwerpunktsetzung führt zu einem effizienten Einsatz der Personalkapazitäten und der Finanzmittel der Institution zur Umsetzung des Impulsprogramms. Außerdem können die Kampagnen und Initiativen punktuell und damit gezielt und effektiv vermarktet werden. Das schlägt die Brücke zur zweiten Zielsetzung. Eine neue Kampagne oder Initiative ist immer wieder ein neuer Anlass, das Impulsprogramm Materialeffizienz ins Bewusstsein der KMU, anderer Akteure rund um die KMU und der Öffentlichkeit zu rücken. Dadurch werden Anknüpfungspunkte zu den (Fach-)Medien und anderen Multiplikatoren geschaffen. Spezielle Kampagnen und Initiativen sind beispielsweise für bestimmte Zielgruppen in einzelnen Branchen, für weit verbreitete Querschnittstechnologien, für Materialeffizienzanbieter, für unterschiedliche Akteursgruppen in Unternehmen (wie z.B. Bereich Technik oder Finanzen), für wichtige Managementtools oder viele andere Bereiche denkbar. Eine enge Kooperation mit KMU-nahen Akteuren stellt sicher, dass die speziellen Kampagnen und Initiativen auch wirklich erfolgreich an die jeweilige Zielgruppe herangetragen werden.

Begründung für den Baustein:

Agenda Setting ist implizit in den meisten Case Studies mit einbezogen (IE-1, IE-2, IE-3, EU-1, EU-2, EU-3, EU-4, EL-1, EL-2, EL-3, EL-4, EL-5, EL-6, EL-7, EL-8, EL-9, EL-10, EL-11, BL-1, BL-2, BL-3, BL-4, BL-5, BL-6, BL-7, BL-8). Ein expliziter Schwerpunkt wird in der Regel aber nur in den eher politisch-strategischen Ansätzen der UN- und EU-Ebene gesetzt. In einigen Ansätzen aus den Case Studies (IE-1, IE-2, IE-3, EL-7, BL-4) und bei vielen Energieagenturen werden Kampagnen und Initiativen erfolgreich genutzt (z.B. dena – Deutsche Energieagentur, Energieagentur NRW etc.), um Themen temporär auf die Agenda der angesprochenen Zielgruppen zu setzen und damit auch die Effizienzidee und entsprechende Fördermöglichkeiten immer wieder zum Gesprächsthema zu machen. Dabei hat die Praxis gezeigt, dass insbesondere themen- und sektorspezifische Angebote auf breites Interesse bei den KMU stoßen.

6.3.2.7 Networking und Unterstützung der Innovationspolitik

Da die Ausstattung des gesamten Impulsprogramms Materialeffizienz und damit auch der Institution zur Umsetzung des Impulsprogramms nicht sehr voluminös ist, kann eine breite Wirkung nur erzeugt werden, wenn die bestehenden Potenziale auf Ebene der Bundesländer, der Regionen und der einzelnen schon existierenden Akteure ausgeschöpft und gebündelt werden. Zentrale Aufgabe der Institution zur Umsetzung des Impulsprogramms ist deshalb das Networking. Effektives Networking setzt voraus, die relevanten Akteure zu kennen und sie jeweils adäquat einbinden zu können. Das Networking reicht von der Vernetzung von KMU in einer spezifischen Region bis zur Mitwirkung bei der Gestaltung der Rahmenbedingungen auf nationaler und supranationaler Ebene. Die wichtigsten Networking-Ebenen sind:

- Pflege bestehender Kontakte und kontinuierlicher Ausbau des bundesweiten Materialeffizienznetzwerks auf Ebene der Unternehmen und ihres direkten Umfeldes
    - Organisation des Erfahrungsaustausches im Beratungspool

- Initiierung sektor-/branchenspezifischer Netzwerke und Informationsplattformen
- Initiierung regionaler, sich selbst tragender Netzwerke auf Unternehmensebene (wie z.B. BL-6, BL-5)
- Förderung neuer Materialeffizienzanbieter

Tabelle 6-5: Wichtige branchenübergreifende Bildungsanbieter, die im KMU-Bereich etabliert sind und bei denen Anknüpfungspunkte zu Materialeffizienzfragen bestehen

Name Akteur	Link	Schwerpunkt Bildungsangebot	Zielgruppe(n) Bildungsangebot
IHKs	www.dihk.de	Die Industrie- und Handelskammern bieten zusammen mit ihren Bildungszentren zahlreiche Weiterbildungsmaßnahmen an – insbesondere in der beruflichen Weiterbildung. Schwerpunkte sind berufsbegleitende Seminare und Lehrgänge. Trainer/-innen und Dozent/-innen stammen direkt aus der beruflichen Praxis.	Weiterbildungsinteressierte, Unternehmen, Trainer/-innen und Weiterbildungsberater/-innen
WIS - Weiterbildungsdatenbank der IHK	www.ihk.de/wis.htm	Vermittlung von Zusatzqualifikationen	
VDI Verein Deutscher Ingenieure	www.vdi.de/	Themen aus Wissenschaft, Technik, Betriebswirtschaft, Marketing und Management	Ingenier/-innen
TquA (Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik)	www.tqua.de	Vermittlung von technischen Zusatzqualifikationen	KMU
RKW - Rationalisierungs- und Innovationszentrum der deutschen Wirtschaft e.V.	www.rkw.de	Themen: Mensch & Arbeit, Internationalisierung, Handel, Bauwirtschaft, Netzwerke & Regionen, Unternehmensführung, Innovationen, Qualifizierung, Good-Practice-Beispiele	KMU
Zentrum für Weiterbildung und Wissenstransfer	www.zww.uni-augsburg.de	Seminarprogramme, Consulting, Training, Forschungskooperationen und andere Formen des Wissenstransfers	Keine spezifische Zielgruppe / Transfer zwischen Wissenschaft und Praxis
Deutscher Bildungsserver	www.bildungsserver.de	Sehr breites Angebot	Weiterbildungsinteressierte etc. (nicht spezifisch für KMU)
Deutsches Institut für Erwachsenenbildung (DIE) e.V.	www.die-bonn.de/service/links/links.asp	Bildungskonzepte, -management Spezifisch für KMU: QuaTrans	Planende und Lehrende aus Wissenschaft, Praxis und Politik im Bereich Weiterbildung / Erwachsenenbildung
Arbeitsgemeinschaft Natur- und Umweltbildung e.V. (ANU)	http://www.umweltbildung.de	Förderung Zusammenarbeit und Informationsaustausch der Umweltbildungseinrichtungen, Agenda Setting, Mitwirkung und Beratung bei der Entwicklung von Wegen zur Ausbildung und Qualifizierung von Fachkräften im Umweltbereich	Verband der Umweltzentren in Deutschland

- Networking bei Akteuren, die einen guten Zugang zu KMU haben, aber noch keine Materialeffizienzakteure sind (vgl. Tabelle 6-6)
- Beteiligung an der Gestaltung der Rahmenbedingungen für Materialeffizienzaktivitäten in Deutschland und Vertretung der Bundesrepublik bei den einschlägigen supranationalen Organen / Gremien / Netzwerken etc.

Materialeffizienzerfolge hängen auch an Innovationserfolgen. Deshalb sollten die Erfahrungen der Institution zur Umsetzung des Impulsprogramms für die Innovations- und F&E-Politik nutzbar gemacht werden. Um Innovationserfolge auch sichtbar zu machen, wäre außerdem ein Materialeffizienzlabel sinnvoll. Daraus ergeben sich drei Aufgaben für die Institution zur Umsetzung des Impulsprogramms:

- Unterstützung des BMBF und anderer Institutionen der Forschungsförderung in Foresight-Prozessen im Bereich Materialeffizienz und zum Technologietransfer aus (Fach-) Hochschulen und anderen Forschungsinstitutionen
- Unterstützung von Innovateuren, Vergabe von Studien zu innovativen technischen und organisatorischen Ansätzen, Unterstützung von Pilotprojekten etc.
- Unterstützung der Entwicklung eines Materialeffizienzlabels

Im Rahmen der Institutionalisierung der Institution zur Umsetzung des Impulsprogramms in der Vorbereitungsphase (vgl. Kapitel 6.4.4) wird die Grundlage für ein effektives Networking gelegt. Es wird für den Erfolg der Institution zur Umsetzung des Impulsprogramms und damit des Impulsprogramms Materialeffizienz entscheidend darauf ankommen, ob effektive und effiziente Informations- und Kooperationsnetzwerke geschaffen werden können.

Begründung für den Baustein:

Einige der vorgestellten Case Studies sind explizit als Netzwerke konzipiert (EL-1, BL-5, BL-6, BL-8). In den meisten anderen Case Studies wird dem Networking eine zentrale Rolle zugemessen (IE-1, IE-2, IE-3, EU-1, EU-3, EU-4, EL-3, EL-6, EL-7, EL-11, BL-1, BL-3, BL-4, BL-7), um Synergieeffekte bei minimalem Aufwand zu schaffen. Sie tragen so der Erkenntnis Rechnung, dass die gemeinsame Entwicklung neuer Lösungen und der Erfahrungsaustausch zu effektiven Lernprozessen führt. Der Aufwand der Lernprozesse verteilt sich über die gesamte Gruppe („nicht überall das Rad neu erfinden") und die Vorteile kann jedes Gruppenmitglied gleichermaßen nutzen („Öffentliche-Gut"-Eigenschaft, organisationales Lernen).

In einer Reihe Case Studies bildet die gezielte Unterstützung von besonders innovativen Lösungen einen Schwerpunkt (IE-1, IE-2, IE-3, EU-1, EU-3, EU-4, EL-1, EL-3, EL-6, EL-7, EL-11, BL-1, BL-3, BL-4, BL-5, BL-6, BL-7, BL-8), um die Markttransformation voranzubringen. Die Einbindung in die F&E-Politik und die Ergänzung um ein informationelles Instrument steigert die Wirksamkeit des Ansatzes.

Tabelle 6-6: Akteure mit gutem Zugang zu KMU, aber ohne spezifische zielgruppenorientierte Materialeffizienzaktivitäten

Name Akteur	Link	KMU-Nähe durch	Häufigkeit Kontakt	Anknüpfungspunkte an bestehende Aktivitäten	Anknüpfungspunkte an bestehende Kommunikationsprozesse
Behörden / staatliche Einrichtungen / Wirtschaftsförderungsinstitutionen		Pflichtkonsultierung bei Genehmigungen, Anträgen, Erfüllung von gesetzlichen Standards, Kontrollen in Betrieben, andere sich aus Angeboten ergebende Kontakte	Je nach Behörde von einmalig bis kontinuierlich	Aufgrund der Vielzahl an Einrichtungen und Programmen ist hier eine differenzierte Aussage im Rahmen dieser Studie nicht möglich, dazu bedarf es einer weitergehenden Recherche,	siehe Anmerkung zu „Anknüpfungspunkte an bestehende Aktivitäten“
IHK	www.ihk.de	Pflichtmitgliedschaft in der zuständigen IHK, Kooperation, Informationsangebot, Netzwerke	Der Kontakt ist intensiv, langfristig und regelmäßig.	Grundsätzlich hat die IHK ein breit gefächertes Beratungsangebot zu bieten: z.B. Kooperationsbörse, Umweltinformations- und Kommunikationssystem IHK-Umkis, Recyclingbörse, Technologiebörse, Themen- und Informationsabende	Anfragen der KMU, Zugriff auf das Angebot im Netz, Workshops, Persönliche Beratungen, regionale und sektorspezifische Netzwerke
Zentralverband des Deutschen Handwerks / Handwerkskammern / -innungen / Kreishandwerkerschaften	www.zdh.de	Zentralverband vertritt regionale HWK, dort Pflichtmitgliedschaft der KMU, Mitgliedschaften in Innungen freiwillig, Kreishandwerkerschaften sind Zusammenschlüsse der Innungen	Der Kontakt ist intensiv, langfristig und regelmäßig.	Ihren bundesweit rund 850.000 Mitgliedern bieten die Kammern ein breites Spektrum von Dienstleistungen an, das von technischer, betriebswirtschaftlicher und rechtlicher Beratung bis hin zur Beratung in der beruflichen Bildung reicht.	Koordination der HWK mit KMU-Zugang durch den Zentralverband
TÜV (Rheinland, Süd, Nord, Hessen, Thüringen, Hessen, Saarland)	http://www.de.tuv.com/de/produkte_und_leistungen	Pflichtabnahme von Produkten, verpflichtende oder freiwillige Zertifizierung	Mehrfach, je nach Inanspruchnahme	Vielfältigen Angeboten: Life Cycle Management, Produkt- und Umweltanalytik, Umweltmanagementsystemzertifizierung	Abnahme von Produkten, Persönliche Beratungen, Zertifizierungen, Workshops, Prüfungen, Analysen
Branchenverbände Arbeitgeberverbände Gewerkschaften	je nach Branche u. Art des Betriebs	freiwillige Mitgliedschaften	je nach Branche	je nach Branche	je nach Branche, Beratungen, Informationsangebot, Kooperationen
Rationalisierungs- und Innovationszentrum der deutschen Wirtschaft (RWK e.V.)	http://www.rkw.de/	Verein / Netzwerk mit Beratungsleistungen zur Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen	je nach Inanspruchnahme	Der Gedanke der Kosteneffizienz und Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit ist das zentrale Element des RWK – auch expliziter Bezug zu Ressourceneffizienz	Angebote von Bundes- zu Regionalebene: Workshops, Seminare, Publikationen, Beratungsgespräche
Initiative Mittelstand-Plus	https://www.mittelstand-plus.de	Kooperationsnetzwerk für Experten/-innen in führenden Positionen von KMU		Kosteneffizienz und Wettbewerbsfähigkeit gerade für mittelständische Unternehmen zu stärken ist Ziel der Initiative	Kommunikation findet v.a. durch die Vermittlung von Experten/-innen statt
Kompetenznetze	www.kompetenznetze.de	Kooperation / Vermittlung, Informationsangebot		Kompetenzvermittlung (auch Produktions-/Umwelttechnologie-Kompetenzen)	Anfragen von KMU, Zugriff auf Internetressourcen
BIS	http://www.bis-handwerk.de/	Beratung und Information für Handwerksbetriebe		Betriebscheck	Anfragen, Zugriff auf Homepage
ADT - Bundesverband Deutscher Innovations-, Technologie- und Gründerzentren e.V.	http://www.adt-online.de	Die Mitgliedschaft ist freiwillig. Des weiteren gibt es Kooperationen, Information und Beratung.	Ca. 7.500 Unternehmen in den Deutschen Zentren	Unterstützung Technologietransfer und Innovation sowie Unternehmensgründungen / -entwicklungen Stärkung Technologie- und Gründerzentren	Networking, Beratungen
Bundesverband Mittelständischer Wirtschaft	http://www.bvmwonline.de/	Die Mitgliedschaft ist freiwillig. Des weiteren gibt es Kooperationen, Information und Beratung.	über 53.000 direkte Mitgliedsfirmen	bereits bestehende Aktivitäten im Bereich Materialeffizienz ergeben sich aus den vom BVMW abdeckten Themenkomplex „Innovation, Technologie und Umwelt“	jährlich über 1000 Veranstaltungen / Seminare auf allen Verbandsebenen, Kontaktbörsen, bundesweites Netz persönlicher Ansprechpartner in weit über 160 BVMW-Geschäftsstellen, Wirtschaftsmagazin "Der Mittelstand"
Sparkassen; Sparkassen- und Giroverband; Volks- und Genossenschaftsbanken; Mittelstandsbank		geschäftliche Kooperationen, Beratungen etc.	geschäftliche Bindungen vieler KMU	keine Aktivitäten im Bereich Materialeffizienz bekannt, allerdings Beratungen zur Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit	Beratungen bei finanziellen Belangen

6.3.3 Regionale Beratungs- und Umsetzungsstrukturen und Beratungspool

Neben der Institution zur Umsetzung des Impulsprogramms spielen zwei weitere Akteursgruppen im Impulsprogramm Materialeffizienz eine entscheidende Rolle:

- der Beratungspool, dessen Mitglieder (Personen / Institutionen) die Potentialanalysen in den KMU erstellen und die KMU oft auch während der Umsetzung begleiten und
- die bestehenden regionalen Akteure, die im Bereich Materialeffizienz aktiv sind und für den Multiplikatoreffekt des Impulsprogramms Materialeffizienz eine wesentliche Rolle spielen.

Beide Akteursgruppen sichern die konkrete Umsetzung in der Region und greifen, wenn die Kooperation funktioniert, auf die Inputs der Institution zur Umsetzung des Impulsprogramms und das Förderprogramm zurück. Im Laufe der Programmphase 2006 / 2007 werden nicht nur schon bestehenden Netzwerke, Institutionen etc. eine Rolle spielen, sondern zunehmend auch sich neu entwickelnde Akteurs(-verbünde), die auch Ergebnis des Agenda Settings und Networkings der Institution zur Umsetzung des Impulsprogramms sein werden.

In einem ersten Schritt bildet sich der Beratungspool aus Berater/-innen, die bereits in existierenden Materialeffizienzaktivitäten involviert sind – soweit diese Interesse haben. In einer eintägigen Veranstaltung werden sie über die Konstruktion des Impulsprogramms Materialeffizienz und die angelegten Qualifikations- und Qualitätsanforderungen („Anforderungsprofil für die Berater/-innen“) informiert, die auch Basis der Evaluation sind. Weitere Akteure können ab 2006 in den Beratungspool eintreten, wenn sie an der eintägigen Veranstaltung teilgenommen haben und eigenständig ein Materialeffizienzprojekt in einem KMU akquirieren (vgl. BL-1). Der Ausschluss aus dem Beratungspool erfolgt, um die Qualität zu sichern, über die Auswertung der Evaluationsergebnisse und das damit verbundenen branchenspezifischen Benchmarking (vgl. Kapitel 6.3.5).

Wie schon dargestellt, hängt die Wirksamkeit und der Erfolg des Impulsprogramms Materialeffizienz sowohl an der Qualität des Beratungspools, aus dem heraus die Potentialanalysen erstellt und die Umsetzungsbegleitung bestritten wird, als auch an der Einbindung schon bestehender Materialeffizienzakteure, die mit der Institution zur Umsetzung des Impulsprogramms möglichst „an einem Strang ziehen” sollten.

In Tabelle 6-7 sind für das Impulsprogramms Materialeffizienz wichtige Materialeffizienzakteure aus den Case Studies auf Länder- und regionaler Ebene zusammengestellt.

Neben der direkten Zusammenarbeit der Mitglieder des Beratungspools und der anderen regionalen Materialeffizienzakteure mit den einzelnen KMU werden auch KMU-übergreifende Netzwerke vorgeschlagen. Denkbar sind sowohl Branchennetzwerke als auch Vernetzungen in der Region oder Produkt-Dienstleistungs-Kette. Die dazu notwendige Netzwerkförderung in Branchen und Produkt-Dienstleistungs-Ketten wird in Kapitel 0 dargestellt.

Tabelle 6-7: Aus den Case Studies beispielhaft ausgewählte wichtige Materialeffizienzakteure auf Länder- und regionaler Ebene

• Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen
• Ministerium für Umwelt und Verkehr des Landes Baden-Württemberg
• Bayrisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen
• Bayerische Staatsregierung im Rahmen der High-Tech-Offensive
• Effizienz-Agentur NRW
• Sonderabfall-Management-Gesellschaft Rheinland-Pfalz
• Landesamt für Natur und Umwelt, Schleswig-Holstein
• Hessische Industriemüll Technologie GmbH
• ABAG-itm Gesellschaft für innovative Technologie- und Managementberatung mbH, Baden-Württemberg
• Niedersächsische Gesellschaft zur Endablagerung von Sonderabfall mbH

Begründung für den Baustein:

Dass die regionalen Akteure gerade in KMU entscheidend für die Umsetzung von Innovationen sind, ist allgemeiner Konsens. Dies veranlasste z.B. die Effizienz-Agentur NRW (BL-1) regionale Dependancen zu gründen, um Vor-Ort-Anlaufstellen zu schaffen. Um den Effekt noch zu verstärken, wurden sie räumlich an bestehende Technologiezentren etc. angelagert. Weitere Beispiele für die Einbindung regionaler Akteure aber auch der gezielten Vernetzung von KMU sind: IE-1, EL-1, EL-2, EL-3, EL-4, EL-5, EL-2, EL-9, EL-10, BL-2, BL-5, BL-6. Die Evaluationen der genannten Case Studies kamen jeweils zu einer positiven Einschätzung der Einbindung regionaler Umsetzungsstrukturen bzw. der Netzwerke.

Die Konstruktion, die Potentialanalysen durch Berater/-innen und Beratungsinstitutionen aus einem Pool durchführen und die Umsetzung durch sie begleiten zu lassen, ergibt sich aus drei Ansatzpunkten: erstens die Institution zur Umsetzung des Impulsprogramms ist in der vorgeschlagenen Konstruktion aufgrund ihrer Größe nicht in der Lage, Potentialanalysen durchzuführen, zweitens soll sie aus wettbewerbspolitischen Interessen auch nicht in Konkurrenz zu den bestehenden Beratungsinfrastrukturen treten und drittens entsprechen die Eigeninteressen der im Beratungspool vertretenen Personen und Institutionen durch das Anreizsystem den Zielen des Impulsprogramms Materialeffizienz (z.B. ist die Akquisition einer Potentialanalyse bei einem KMU sowohl im Interesse des Beratungspoolmitglieds als auch des Impulsprogramms Materialeffizienz). Aus diesen Erkenntnissen und der Anforderung einer möglichst effektiven Nutzung der für das Impulsprogramm Materialeffizienz vorhandenen Mittel wird deshalb die Nutzung des Beratungspools und gleichzeitig die enge Einbindung in die schon heute bestehenden und in Zukunft entstehenden regionalen Strukturen vorgeschlagen.

6.3.4 Materialeffizienzpreis

Es wird an dieser Stelle kein dezidierter Vorschlag formuliert, da laut Angaben des BMWA der Deutsche Materialeffizienzpreis auch in den kommenden Jahren nach dem Prozedere des Jahres 2004 fortgeführt werden solle. Die Zielsetzung und die Funktionsweise solle sich nicht ändern. Durch eine Profilschärfung und verstärkte Medienarbeit solle sich seine Öffentlichkeitswirkung erhöhen.

Zu überlegen wäre eine Erhöhung der Preisgelder, um für die KMU die Teilnahme attraktiver zu machen.

Begründung für den Baustein:

Entfällt (vgl. auch die Preise aus den Case Studies EL-1 und EL-2).

6.3.5 Kontinuierliche Evaluation des Impulsprogramms Materialeffizienz

Für den Erfolg des Impulsprogramms Materialeffizienz ist eine regelmäßige externe Evaluation der Einzelprojekte (laufende, abgeschlossenen, aber auch verworfene Projekte), aber auch der einzelnen Bausteine des gesamten Impulsprogramms Materialeffizienz notwendig. Die Evaluation erlaubt es, auftretende Probleme, Fehler etc. frühzeitig zu erkennen und abzustellen (lernendes System). Außerdem kann auf den Evaluationsergebnissen die Weiterentwicklung des Programms aufbauen. Ein weiterer positiver Nebeneffekt ist, dass die Evaluation und die über sie dokumentierten Erfolge auch entsprechend vermarktet werden können. Die Evaluation sollte deshalb so angelegt werden, dass die Ergebnisse ohne Doppelarbeiten öffentlichkeitswirksam genutzt werden können. Vorgeschlagen wird eine jährliche Evaluation der Hauptelemente des Impulsprogramms Materialeffizienz, da es in der Anfangsphase eine schnelle Rückkopplung zu den Erfolgen, aber auch den Problemen braucht. Wird das Jahr 2005 wie vorgeschlagen genutzt, damit die Institution zur Umsetzung des Impulsprogramms, der Beratungspool und das Förderprogramm Anfang 2006 voll arbeitsfähig sind, wäre dieser Vorschlag zur Evaluation auch realisierbar. Die Evaluation der Einzelprojekte soll an drei Punkten ansetzen:

- Im ersten Schritt wird die Qualität der Potentialanalysen in einem Quick-Check anhand des von den Berater/-innen vorgelegten Berichts überprüft. Sowohl die Datenanalyse als auch der Umsetzungsvorschlag werden von den Evaluator/-innen unter die Lupe genommen und nach dem „Anforderungsprofil für die Berater/-innen“ und auch im Branchenvergleich bewertet
- Die Qualitätssicherung der Umsetzungsbegleitung erfolgt in einem Quick-Check anhand des von den Berater/-innen vorgelegten Umsetzungsberichts und im Vergleich zu den in der Potentialanalyse vorgeschlagenen Optionen
- 9 Monate nach Abschluss ermöglicht eine telefonische Befragung der KMU eine Zufriedenheitsanalyse der primären Zielgruppe des Programms.

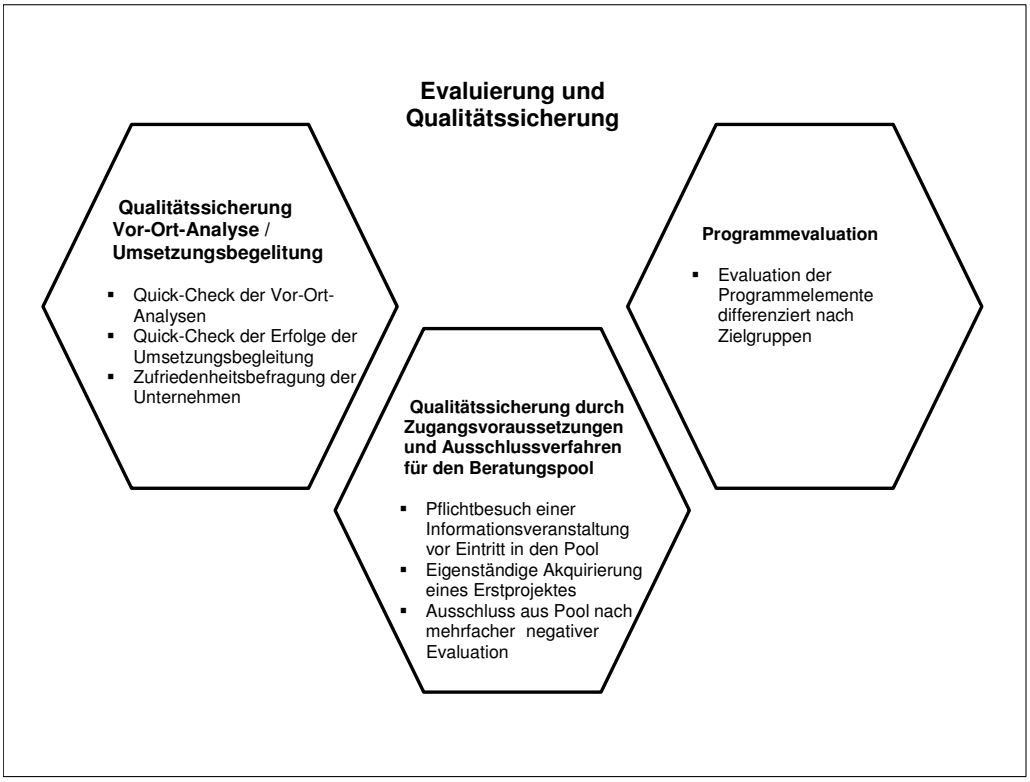
Die grundsätzliche Qualitätssicherung im Beratungspool wird neben der Evaluation der Einzelprojekte über die Eintrittsvoraussetzungen in den Beratungspool und die Möglichkeiten des Ausschlusses bei negativen Evaluationsergebnissen sichergestellt (vgl. auch Kapitel 6.3.3).

Die Vorschläge zur kontinuierlichen Evaluation und zur Qualitätssicherung sind in Abbildung 6-4 zusammengefasst.

Begründung für den Baustein:

Fast alle guten Materialeffizienzaktivitäten werden im Sinne einer effizienten und effektiven Politik einer Evaluation unterzogen und dann entsprechend weiterentwickelt (EL-1, EL-2, EL-3, EL-4, EL-5, EL-6, EL-9, BL-1, BL-8). Hinter diesen State-of-the-Art sollte das Impulsprogramm Materialeffizienz nicht zurückfallen.

Abbildung 6-4: Überblick über das vorgeschlagene Evaluations- und Qualitätssicherungskonzept



6.4 Vorbereitungsphase 2005

Die Vorbereitungsphase im Jahr 2005 dient vor allem dazu, ab Anfang 2006 das optimale Funktionieren des Zusammenspiels der Institution zur Umsetzung des Impulsprogramms, den regionalen Akteuren und dem Beratungspool mit dem Förderprogramm Materialeffizienz sicherzustellen. Die dazu nötigen Vorarbeiten werden im folgenden beschrieben.

6.4.1 Entwicklung der Informationsmaterialien

Um von Anfang an die notwendigen Informationen via Internetportal, Broschüren etc. bereitstellen zu können, sollten Anfang 2006 schon entsprechende Informationsangebote fertig gestellt sein. Die weitere Pflege (Aktualisierung, Ausbau, Weiterentwicklung etc.) erfolgt dann über die Institution zur Umsetzung des Impulsprogramms.

Durch die Zusammenführung und das Pooling bestehender, auch internationaler Informationsquellen können diese Informationsmaterialien relativ schnell erstellt werden. Die in Struktur und Layout einheitliche Aufbereitung stellt das Corporate Design der Institution zur Umsetzung des Impulsprogramms und des gesamten Impulsprogramms Materialeffizienz sicher.

Die Entwicklung und der Aufbau eines nutzerspezifischen Internet-Recherchetools soll den Zugang erleichtern. Für die nicht elektronisch verteilten Informationen sind entsprechende Mittel für Broschüren, Flyer etc. vorzusehen.

6.4.2 Entwicklung zielgruppenspezifischer Schulungsmaterialien

Der Bereich Weiterbildung / Schulungen ist ein wesentlicher Bestandteil des Impulsprogramms Materialeffizienz (vgl. Kapitel 6.3.2.5). Für die drei identifizierten Zielgruppen der Qualifizierungsmaßnahmen müssen im Vorfeld Schulungsmaterialien entwickelt werden:

- Für die Zielgruppe KMU sollten Schulungsmaterialien differenziert nach Sektoren / Branchen und Akteursebene (z.B. Unternehmensführung, Techniker/-innen etc.) entwickelt werden
- Fundierte Schulungsmaterialien müssen auch für die Zielgruppe der Beratungsinstitutionen / -personen aus dem Beratungspool erstellt werden
- Aber auch die Zielgruppe der KMU-nahen Multiplikatoren (z.B. Kammern, Berater/-innen bzw. Technologiebewerter/-innen in den Hausbanken etc.) und Unternehmen, die die KMU bei der konkreten Umsetzung der Materialeffizienzmaßnahmen unterstützen oder Technologien dafür anbieten (z.B. Handwerk, Hersteller von Effizienztechnologien) sollten bei der Entwicklung von Schulungsmaterialien nicht vergessen werden.

6.4.3 Entwicklung eines Förderprogrammrecherchetools und weiterer Tools

Wie in den Kapiteln 6.3.2.3 und 6.3.2.4 beschrieben, können Tools den KMU wesentliche Hilfestellung zur technischen und finanziellen Umsetzung von Materialkosteneinsparungsoptionen bieten.

Um ein Förderprogrammrecherchetool zu entwickeln, sollten bestehende Förderprogramme mit ganz anderen Zielsetzungen differenziert auf ihre Anknüpfungspunkte und Nutzbarkeit für das Impulsprogramm Materialeffizienz untersucht werden. Tabelle 6-3 gibt einen ersten Überblick über die Breite der Optionen. Darauf aufbauend kann eine spezifische Internet-Förderdatenbank entwickelt und aufgebaut werden.

Um weitere Tools zu identifizieren (z.B. Quick-Check Materialeffizienz, Materialeffizienzrechner, Benchmarking-Tools auf der Ebene der Verbrauchsdaten, aber auch auf der Ebene des Managements von Materialströmen etc.), die für die Arbeit der Institution zur Umsetzung des Impulsprogramms, der regional eingebundenen weiteren Akteure und der Berater/-innen / Beratungsinstitutionen im Beratungspool, aber auch direkt für KMU hilfreich sein könnten, sollen bestehende Tools gescreent und auf ihre Anwendbarkeit getestet werden. Durch die Weiterentwicklung bzw. Anpassung der Tools oder in Einzelfällen auch die Entwicklung neuer Tools entsteht ein auf die Zielgruppe KMU und die anderen Akteure des Impulsprogramms Materialeffizienz fokussiertes Toolkit. Auch in diesem Fall gilt „weniger ist oft mehr“, da gerade KMU Probleme im Umgang mit der Datenflut haben.

6.4.4 Institutionalisierung der Institution zur Umsetzung des Impulsprogramms, des Beratungspools und des Materialeffizienznetzwerks

Für die Institutionalisierung der Institution zur Umsetzung des Impulsprogramms werden folgende Punkte als besonders relevant erachtet:

- Erstellen eines Business-Plans und Begleitung seiner Umsetzung
- Auswahl der Leitung und der Mitarbeiter/-innen: Da der Erfolg jeder Organisation mit der Qualifikation und den Kompetenzen der Beteiligten steht und fällt, sollte auf diesen Punkt besondere Sorgfalt verwendet werden – neben fachlichen sollten dabei auch Management- und soziale Kompetenzen im Zentrum stehen
- Gespräche und Vereinbarungen zur Kooperation mit bestehenden regionalen Beratungs- und Umsetzungsinstitutionen (engeres Umfeld: v.a. einschlägige Materialeffizienzakteure, Multiplikatoren im KMU-Bereich, Vor-Ort-Beratungsinstitutionen)
- Einwerbung, Weiterbildung und evtl. Zertifizierung von Beratungsinstitutionen / -personen zum Aufbau des Beratungspools
- Netzwerkbildung im weiteren Umfeld
- Aufbau des Internetportals.

Die einzelnen Arbeitsschritte sind aus der Aufgabenbeschreibung der Institution zur Umsetzung des Impulsprogramms abgeleitet. Sie umfassen v.a. zeitaufwendige Tätigkeiten, die für die Arbeitsfähigkeit der Institution zur Umsetzung des Impulsprogramms entscheidend sind und nicht (erst) während des laufenden Betriebs im Rahmen der vorgesehenen Arbeitsausstattung erledigt werden können.

6.4.5 Zielgruppenspezifisches Werbe- und Motivationsprogramm

Der Erfolg des Impulsprogramms Materialeffizienz steht und fällt auch mit seinem Bekanntheitsgrad. Ein vorgelagertes Werbe- und Motivationsprogramm sollte die direkte Zielgruppe ansprechen – die KMU. Aber auch die indirekten Zielgruppen wie beispielsweise potentielle Berater/-innen, Multiplikatoren im Bereich KMU, typische Ansprechpartner von KMU wie Verbände, Kammern, Auditoren, Ingenieurbüros, Hausbanken etc. müssen differenziert angesprochen werden, da diese Akteure im KMU-Umfeld einen wesentlichen Erfolgsfaktor für das Impulsprogramm Materialeffizienz bilden.

6.5 Zusammenfassender tabellarischer Überblick über Aufgaben des und die Mittelverwendung im Impulsprogramm Materialeffizienz

Tabelle 6-8 fasst die einzelnen Förderaufgaben nochmals zusammen. In Tabelle 6-9 werden zusätzlich die sich aus den Aufgabenbeschreibungen der Kapitel 6.2 bis 6.4 ergebenden Vorschläge für die Verteilung der Fördermittel auf die Vorbereitungsphase 2005 und die Programmphase 2006/2007 vorgelegt.

Tabelle 6-8: Tabellarische Darstellung der Förderaufgaben

Optionen	Empfehlung	Begründung
Förderansätze für KMU ▪ Direkte Förderung ▪ Indirekte Förderung	**Indirekte Förderung** vor allem des Beratungspools und der Vernetzung	▪ Diffusion von Materialeffizienztechnologien und Wissen ist in KMU kein Selbstläufer ▪ Hemmnisse und Routinen sind zu überwinden
Zeitlicher Aspekt der KMU-Förderstrategie ▪ Förderung über alle Projektphasen ▪ Schwerpunktförderung	**Förderung über alle Projektphasen für** ▪ Potenzialanalysen ▪ Umsetzungsbegleitung ▪ Evaluierung	▪ Grundlage für die Willensbildung im KMU ▪ Erkenntnisse über Projekterfolg und Multiplikatoren ▪ Umsetzungskompetenz bei KMU einbinden
Umfang der Förderung bei den KMU ▪ Vollförderung ▪ Teilförderung	**Mischung aus Voll- und Teilförderung** ▪ Vollförderung mit Deckelung der Phase Potenzialanalyse ▪ Erfolgsabhängige Teilförderung der Phase Umsetzungsbegleitung ▪ Externe Vergabe der Evaluation	▪ Potenzialabschätzung als größte Hürde für Projektinitiierung ist zu überwinden ▪ Erfolgsabhängige Teilförderung der Umsetzungsbegleitung fördert Potenzialausschöpfung ▪ Evaluationsphase elementar zur Sicherung des Gesamtprojekterfolgs
Förderung von Netzwerken	▪ Förderung der Initiierung und der Anfangsphase von Netzwerken mit dem Ziel, dass sie sich aufgrund der Vorteile, die sie den Netzwerkmitgliedern bieten, nach einer ein- bis zweijährigen Anlaufphase selbst tragen	▪ Netzwerke zur Materialeffizienzsteigerung in Branchen, zu (Querschnitts-) Technologien, in einzelnen Regionen und in der Wertschöpfungskette unterstützen KMU effektiv bei der Erschließung ihrer MaterialkostensenkungsPotenziale
Institution zur Umsetzung des Impulsprogramms ▪ Übertragung an bestehende Projektträger / Institutionen ▪ Schaffung einer neuen Institution zur Umsetzung des Impulsprogramms Materialeffizienz	**Schaffung einer neuen Institution zur Umsetzung des Impulsprogramms Materialeffizienz**	▪ Kompetenzaufbau und -sicherung sowie -vermittlung, dadurch ○ Umsetzungsfähigkeit und effizienter Einsatz der Ressourcen vor Ort, somit ○ hohe Akzeptanz bei KMU und hohe Öffentlichkeitswirkung ▪ Geringe Regelungsdichte, hohe Flexibilität und Effizienz ▪ Höhere Attraktivität für High-Potentials für Leitung bzw. Mitarbeit in der Institution

Tabelle 6-9: Vorschlag für die Verteilung der Fördermittel

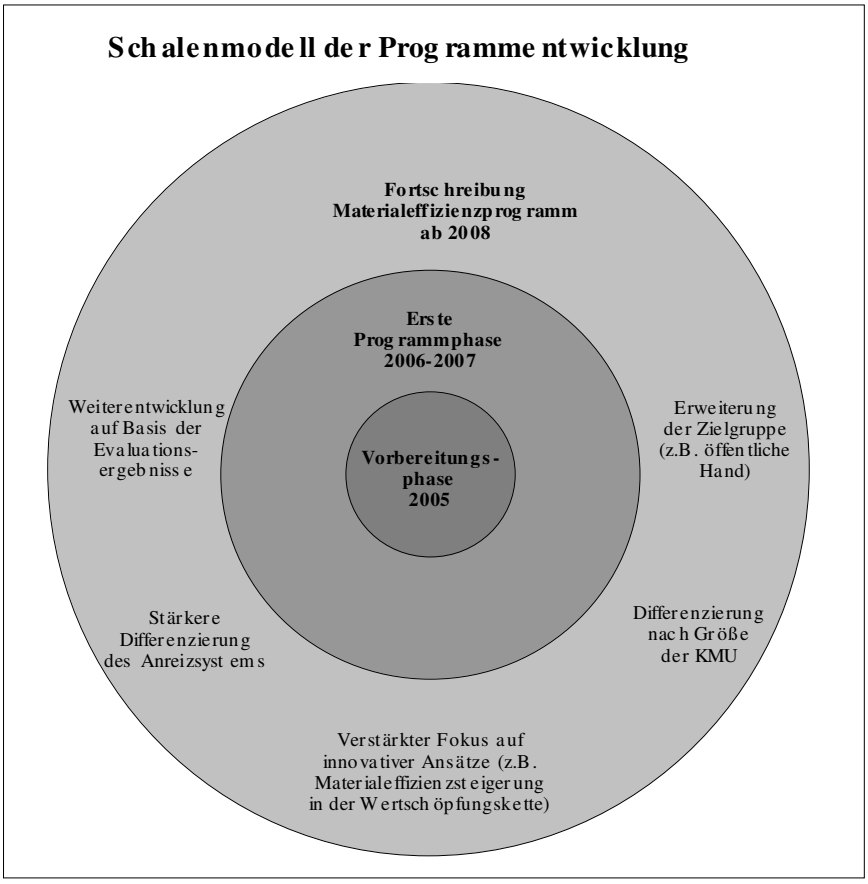
Phase	Budgetabschätzung	Bemerkung
Vorbereitungsphase in 2005	ca. 10%	• Entwicklung der Informationsmaterialien • Entwicklung zielgruppenspezifischer Schulungsmaterialien • Entwicklung eines Förderprogrammrecherche-tools und weiterer Tools • Institutionalisierung der Institution zur Umsetzung des Impulsprogramms, des Beratungspools und des Materialeffizienznetzwerks • Zielgruppenspezifisches Werbe- und Motivationsprogramm
Programm 2006/07	ca. 10-15%	Förderung von Netzwerken
	ca. 20-30%	Durchführung von Projekten (Potenzialanalyse)
	ca. 30-50%	Durchführung von Projekten (Umsetzungsbegleitung inkl. Detailanalysen)
	ca. 5%	Beauftragung Gutachter für die Evaluierung von Projekten und des Impulsprogramm
	ca. 10%	Institution zur Umsetzung des Impulsprogramms Materialeffizienz
Budgetanteil für direkte Förderung von KMU und Netzwerken	**min. 75%**	**Förderung von Netzwerken sowie von Potentialanalysen und Umsetzungsbegleitung in Unternehmen**
Budgetanteil für Diffusionsförderung	**max. 25%**	**Durchführung einer Vorbereitungsphase, Anpassung des Beraterpools, Evaluierung der Unternehmensprojekte und Aufbau der Institution Materialeffizienz**

6.6 Ausblick: Optionen zur Weiterentwicklung ab 2008

Wesentliche Quelle für die Weiterentwicklung des Impulsprogramms Materialeffizienz ab 2008 werden die Ergebnisse der Programmevaluationen sein. Es wird sich zeigen, was gut funktioniert hat und was nicht, ob und wo eine stärkere Fokussierung oder eine Modifikation zur Effizienz- und Effektivitätssteigerung des Programms notwendig ist.

Im Rahmen der Analyse der Programmlandkarte haben sich mehrere Optionen für die Weiterentwicklung ab 2008 gezeigt, die effektiv auf der Basis der Erfahrungen der eher fokussierten ersten Programmphase realisiert werden können (vgl. Abbildung 6-5).

Abbildung 6-5: Einbettung der Weiterentwicklungsoptionen des Impulsprogramms Materialeffizienz ab 2008 in die Arbeiten der Jahre 2005 bis 2007



Im Bereich der Zielgruppen wäre einerseits eine Ausweitung zu erwägen (z.B. auf die öffentliche Hand) und andererseits eine noch stärkere Differenzierung innerhalb der Zielgruppe KMU (z.B. spezifisches Programm für Kleinstunternehmen).

Eine Effektivierung des Mitteleinsatzes könnte durch das stärkere Ausfeilen des Anreizsystems erfolgen (z.B. durch eine Contracting-/Intracting-ähnliche Lösung, in der im Erfolgsfall die KMU aus ihren Kostenersparnissen einen Teil oder die gesamte Förderung der Potentialanalyse und der Umsetzungsbegleitung zurückzahlen und damit ein revolvierender Fonds für die Förderung weitere KMU gespeist wird). Möglich wäre auch ein verstärkter Fokus gerade auf innovative Ansätze (z.B. unternehmensübergreifende Materialeffizienzsteigerung in der Wertschöpfungskette).

Literaturhinweise

Angerer et al. 1998: Innovationspotentiale von Umwelttechnologien, Umweltbundesamt (ed.), Physica-Verlag

BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) 2003: Werkstoffinnovation für Industrie und Gesellschaft- WING, Rahmenprogramm, Oktober 2003

Bringezu,S. et. al. 2004: Erdlandung Navigation zu den Ressourcen der Zukunft, Stuttgart: Hirzel-Verlag

Busch, T., Orbach, Th. 2003: Mit Ökoeffizienz Kosten sparen - Integration lebenszyklusweiter Stoffstromdaten in die Kostenrechnung. In: Unternehmen und Umwelt, Zeitschrift für umweltorientierte Unternehmenspolitik von future e.V., Heft 02/03, future e.V. - Umweltinitiative von Unternehme(r)n, S. 24-25

BVA (Bundesverband Altöl) 2004: Altöl-Recycling sinnvoller denn je. Ein Positionspapier 3.12.2004 Berlin

CHEMIE TECHNIK, 2002: Chemische Prozesse ausbauen, Mikroverfahrenstechnik auf dem Weg in die Produktion, 31. Jahrgang, Nr. 10, 2002

Dialog Bauqualität, 2002: Endbericht zum Forschungsprojekt "Dialog Bauqualität" vom 2.9.2002, Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung

Dreher, C. 1997: Technologiepolitik und Technikdiffusion, Baden-Baden

Enquete-Kommission des Deutschen Bundestages "Nachhaltige Energieversorgung unter den Bedingungen der Globalisierung und der Liberalisierung" (2002): Endbericht und Einzelberichte, Drucksache des Deutschen Bundestages 14/9400 vom 07.07.2002, Bundesanzeiger, Berlin 2002

EUTIST IMV. Integrated Machine Vision: www.eutist-imv.com

Fleig, J. 1998: Umweltschutz in der schlanken Produktion – Analyse der schlanken Produktion in ihrer Relevanz für den betrieblichen Umweltschutz und Ableitung von Gestaltungsempfehlungen, Heidelberg

Gege, M.1997: Kosten senken durch Umweltmanagement, Verlag Franz Vahlen, München

Grupp; H.; Legler, H.; Licht, G. 2004: Technologie und Qualifikation für neue Märkte – ergänzender Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands, Bonn

Harsch, G. 2002: PIUS bei Lackierverfahren VDI-Kompetenzfeld "Betrieblicher Umweltschutz und Umweltmanagement – Integrierte Umwelttechnik", www.lcslcs.de

Hartung, M. 2002: Wandel der Drucktechnik – Kommunikationsprobleme zwischen Druckereien und Auftraggeber, Heidelberger Druckmaschinen AG; in Bundesverwaltungsamt Info 1690, Juni

Hora, G. 2004: Ganzheitliche Flutlackierung für die Holzfensterindustrie. http://www.wki.fraunhofer.de/projekte/wki-4-10.html

Jochem, E., Schön, M. : 2004: Werkstoffeffizienz, Fraunhofer IRB Verlag

Kiel, Kirner 2002: Formen innovativer Arbeitsgestaltung in Unternehmen und öffentlichen Einrichtungen, München

Kürsten, E. 2004: Stoffliche Verwertungsmöglichkeiten Rest- und Abfallholz (COST Action E31 "Recovered Wood") in www.holzfragen.de

Lay, G.; Schirrmeister, E. 2004: Management der Produktionsmodernisierung, in: von Barske, Gerybadze, Hüninghausen, Sommerlatte (Hg.): Das innovative Unternehmen, Kapitel 08.20, Düsseldorf

LfU, 2003: Stoffströme in Druckereien optimieren, Landesanstalt für Umweltschutz, Baden-Württemberg, Karlsruhe

Mattheck, C. 1998: Design in der Natur – Der Baum als Lehrmeister. Rombach Verlag, Freiburg, 3. Auflage

Nathani, C. 2002: Modellierung des Strukturwandels beim Übergang zu einer materialeffizienten Kreislaufwirtschaft, Physica-Verlag

Statistisches Bundesamt 2004: Kostenstrukturstatistik, Wiesbaden

Stifterverband der Deutschen Wirtschaft 2004: FuE-Datenreport 2003 / 2004, Essen

Anhang

A	**Potenziallandkarte**	**(siehe separates Dokument)**
B	**Programmlandkarte**	**(siehe separates Dokument)**